قصة العلوم



دار الشروق

قصة
العلــوم



ملحوظة بخصوص التواريخ

بعض التواريخ القديمة جدًا الواردة في هذا الكتاب مصحوبة بحرفي «ق. م.»، وهو اختصارٌ يعني «قبل الميلاد» (أيْ ميلاد المسيح). وإذا ورد حرف «ح» قبل أحد التواريخ فإنه اختصار لكلمة «حوالي». ويعني هذا أن الحدث وقع في هذا التاريخ تقريبًا – ولا أحد يعلم التاريخ المحدد على وجه الدقة.

قصة العلوم

© دار الشروق

الطبعة العربية الأولى ٢٠١٠

جميع حقوق النشر والطبع العربية محفوظة

دار الشروق : ٨ شارع سيبويه المصرى – القاهرة

تليفون : ٢٤٠٢٣٣٩٩

www.shorouk.com

رقم الإيداع : ٢٠١٠/١٩٧٤٣ ISBN: 978-977-09-2923-8

Original title: The Story of Science

by Anna Claybourne & Adam Larkum



قصة
العلوم

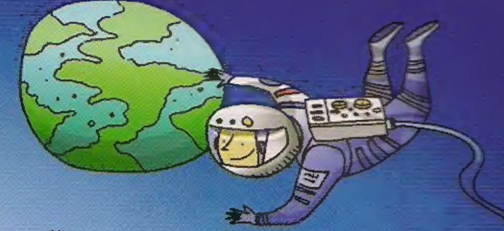
إعداد: أنا كلايبورن
رسوم: آدم لاركوم
تصميم: ستيف وود



ترجمة: محمد فتحي كلفت
تحرير: رحاب بسام

دار الشروق

المحتويات



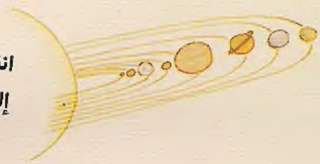
كوكب الأرض



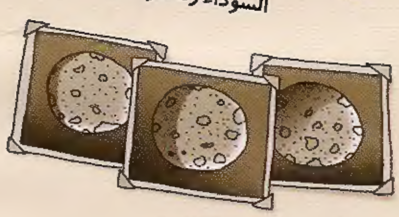
الاكتشافات التي ساعدتنا على فهم كوكب الأرض، كوكبنا وموطننا المتواضع



موقعنا في الفضاء



انظر بعيدًا فيما وراء كوكب الأرض إلى ظلام الفضاء، لتكتشف النجوم والكواكب والمجرات والثقوب السوداء وما هو أكثر.





الفيزيـاء



علم المادة والطاقة العجيب: ما الذي يسبب الحرارة، ولماذا تطفو الأشياء، وبأي سرعة يسافر الضوء، وهل حقا سقطت تفاحة على رأس نيوتن؟





الكيمياء



كل شيء عن المكونات الحقيقية للمواد، وكيف تتفاعل الكيماويات، بل وتُحدث انفجارًا كبيرًا أحيانًا!



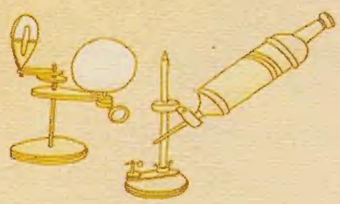






الأعداد والعد

ادخل عالمًا من اكتشافات الرياضيات الغامضة وألغاز الأعداد المحيرة.





الكائنات الحية

كوكبنا هو الكوكب الوحيد الذي نعرف أن كائنات حية تعيش عليه! اقرأ عن بعض الاكتشافات المدهشة المتعلقة بالحياة على كوكب الأرض.



جسـم الإنسـان

العلم المدهش الخاص بكيفية عمل جسمك، وما المشاكل التي قد تحدث، وكيف يمكن إصلاحها

مكتَشفات من قبل التاريخ

اكتشف ما الذي وجده العلماء عن طريق النبش عن أشياء تعود لزمن طويل مضى.





هل تعتقد أن العلماء يعرفون كل شيء؟ فكر مرة أخرى؛ فهذه الأشياء تحيرهم جدًا!

مجموعة مفيدة من الحقائق عند أطراف أصابعك



ما هو العلم؟

إنّ كلمة «العلم» تعني ببساطة «المعرفة». يحاول العلماء أن يكتشفوا حقيقة الأشياء وكيف تعمل. وقد يشمل ذلك أيّ شيء على الإطلاق: التنقيب عن الحفريات، أو اكتشاف النجوم، أو معرفة كيف تتفاهم الحيوانات، أو قياس المسافة بيننا وبين القمر، أو حتى التعرُّف على كيف تعمل أمخاخنا.

اكتشاف حقيقة الأشياء

هل سبق لك أن عبثت بشيء ما لمجرد أنك تريد أن ترى ما الذي سيحدث؟ لدى البشر إلحاح طبيعي يدفعهم لمحاولة فهم واكتشاف الأشياء. لذا، فعلى مدار آلاف السنين، شغل العلم مساحة كبيرة من حياتنا. فنحن لا نستطيع التوقف عن محاولة اكتشاف المزيد، والمزيد، والمزيد...



هؤلاء العلماء والمفكرون الكبار كان لدى كل منهم شيء يضيفه في مسألة تعريف العلم.

التجارب

يقتضي العلم الكثير من التجارب؛ أيّ الاختبارات التي تساعدنا على التعرف على حقيقة الأشياء. فلكي يتأكدوا من أن النتائج سليمة، لابد أن يصمم العلماء تجاربهم بعناية، وأن يكرروها عدة مرات وأن يحتفظوا بسجلات مكتوبة.



عرف البشر الأوائل أشياء مفيدة عن طريق التجربة.

ما الغرض من العلم؟

العلم مفيد بشكل مذهل. فعندما نكتشف حقائق جديدة، مثلا ما الذي يسبب مرضا معينا، فإن ذلك يساعدنا على اختراع أشياء جديدة، مثل اللقاحات والأدوية.

ولكن العلم لا يشترط دائمًا غرضًا عمليًا. فما زال العلماء مهتمين بمعرفة حقيقة الأشياء من أجل المعرفة في حد ذاتها، حتى لو لم تظهر لها فائدة أبدًا. إلى أين سوف يقودنا ذلك يا تُرى؟ لا ندري.

قصة العلم

يستكشف هذا الكتاب العديد من اللحظات الكبرى في تاريخ العلم. وها هي بعض الأزمنة التي تَصَّدَر فيها العلم اهتمام العالم:

منذ ٦,٠٠٠ سنة



الحضارات القديمة بدأت في تدوين الاكتشافات العلمية.

٥٠٠م إلى ١٢٠٠م



بغداد، بعد أن أصبحت عاصمة العراق، صارت مركزًا كبيرًا للعلم.

١٧٠٠م إلى ١٧٠٩م



عصر التنوير بدأ في أوروبا، وشهد ازدهارًا هائلا في الدراسة العلمية.

اليــوم



العلماء عبر العالم يعملون في الجامعات أو لصالح شركات كبرى.

من هو العالِم؟



ويليام هيويل

اليوم، تعني كلمة «عالِم» شخصًا يُجري التجارب العلمية ليكتشف أشياء حول حقيقة العالم من حولنا. على أية حال، فإن الكلمة الإنجليزية «scientist» («عالم» بالإنجليزية) لم يكن لها وجود حتى عام ١٨٣٣، عندما استخدمها الكاتب العلمي «ويليام هيويل» لوصف شخص يدرس الطبيعة.

قبل ذلك، كان الأشخاص الذين يدرسون العلم يعرفون باسم «الفلاسفة الطبيعيين». أو كان يُطلق عليهم الطبيعيون، والكيميائيون وهكذا، بحسَب ما كانوا يدرسونه. اليوم، هناك مئات من الأنواع المختلفة من العلماء وفروع العلم.

هل أنت عالِم؟

كلّما أجريت تجربة على شيء ما لتعرف كيف يعمل، فإنك تمارس نشاطًا يشبه العلم. إذا كنت معتادًا على فك الأشياء، أو إذا كنت تندهش أمام النار أو الفضاء أو العناكب أو الآلات – أو أي شيء آخر – فلعلّك ستكون عالمًا كبيرًا!

الاكتشافات العلمية شديدة الأهمية تُكافأ أحيانًا بجائزة نوبل.





الأرض كروية!

عاش الكثير من البشر الأوائل على سهول خصبة حيث كان يسهل زرع المحاصيل. لذا فربما كان العالَم يبدو مثل قرص منبسط مسطح، تحيط به التلال أو البحار.

لعلّك تعلم إن كوكبنا، الأرض، هو كرة عملاقة. ولا أحد يسقط من عليها لأن الجاذبية الأرضية الشديدة تشدنا نحوها، أينما كنا على سطح الأرض.ولكن زمان، لم تكن مثل هذه الفكرة منطقية بالنسبة لمعظم الناس، فقد ظنوا أن الأرض مسطحة.



الأرض المسطحة

أعتقد الكثير من البشر الأوائل، مثل السومريين والمصريين القدماء، أن الأرض قرص (أو، بالنسبة إلى الصينيين القدماء، مربع) مسطح عملاق. لقد ظنوا أن السماء لابد أن تكون قبة ضخمة، والنجوم والشمس والقمر معلقة بها. لم يكن أحد متأكدًا ما الذي كان يقع على «الحواف»، لأن الناس في تلك الأيام نادرًا ما كانوا يسافرون لمسافات طويلة.

كيف قاس إراتوستين الأرض

لم يملك إراتوستين مازورة (شريط قياس) عملاقة، فكيف قاس الأرض؟ لقد عرف أنه في مدينة سيين (أسوان حاليًا) بمصر، وفي منتصف الصيف، كانت الشمس تتعامد فوق الرءوس، وكانت العصا المغروسة في الأرض هناك لا تُلقي ظلا.



وفي الإسكندرية، على بُعد حوالي ٨٨ كم شمالا، كانت هناك ظلال. وبقياسها، أمكن لإراتوستين أن يعرف كم يبلغ فعلا مقدار استدارة الأرض بين المدينتين. وانطلاقًا من هذه المعلومة، استطاع أن يحسب حجم الأرض بكاملها.



هل يمكن أن تكون مستديرة؟

ولكن منذ حوالي ٢,٤٠٠ سنة، بدأ الإغريق (اليونانيون القدماء) يتشككون في هذه الفكرة. لاحظ المفكر الإغريقي العظيم «أرسطو»، على سبيل المثال، أشياء متنوعة توحي بأن الأرض كرة تسبح في الفضاء.



ووافق إغريقي جاء بعده، واسمه «إراتوستين»، على أن الأرض كروية، وقرر أن يقيسها. كانت النتائج التي تَوصَّل إليها قريبة جدًا من قياساتنا الحديثة، التي تُبيِّن أن محيط الأرض يبلغ ٤٠,٠٠٠ كم.



تخيل بعض الكُتّاب أن الناس الذين يعيشون على الوجه الآخر من العالم هم مخلوقات غريبة، غير مألوفة.

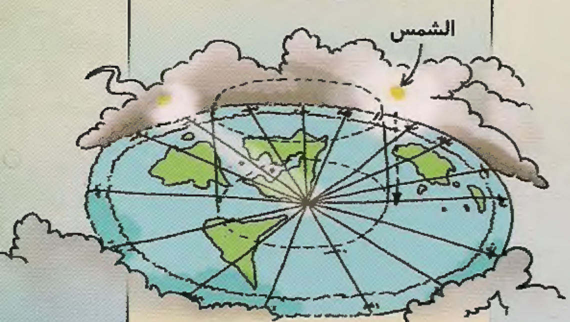
أفكار ومجادلات

بحلول العصور الوسطى، اتفق الجميع تقريبًا على أن الأرض كروية. لكن قلة لم توافق: فبعض المسيحيين لم يريدوا أن يصدقوا أن العالم يمكن أن يكون مستديرًا، إذ إن الإنجيل قال إنه ذو «أربع زوايا». وشعر آخرون أن الأرض لو كانت عبارة عن كرة، لكان من الممكن أن يسقط الواحد من عليها. وقد تساءلوا إن كان هناك بشر يعيشون على الوجه الآخر من قرص الأرض المسطح، وكيف يكون شكلهم.

بالطبع، كانت إحدى المشاكل أن الأرض كبيرة للغاية، فلم يكن أحد قد استكشفها بالكامل أبدًا ليعرف شكلها بصورة نهائية حاسمة. ولكن كان هذا الأمر على وشك أن يتغير.

القائلون بالأرض المسطحة

الشخص الذي يعتقد أن الأرض مسطحة يُعرف بأنه من «القائلين بسطحية الأرض». فعلى الرغم من وجود الأدلة التي تثبت أن الأرض مستديرة، أسس الكاتب الإنجليزي «صامويل روبوثام» حركة جديدة عام ١٨٤٩ تقول بالأرض المسطحة لترويج هذا الاعتقاد القديم.



خريطة الأرض المسطحة هذه التي تعود لعام ١٩٣١ تُرينا قرصًا مسطحًا يقع القطب الشمالي في وسطه وتنتشر القارات الأخرى من حوله.

حول العالم

خلال القرن الخامس عشر، بدأ الأوروبيون في استكشاف أجزاء أكثر وأكثر من العالم. وقد انطلق أحدهم، وهو الإيطالي «كريستوفر كولومبس»، غربًا عبر المحيط الأطلنطي، عام ١٤٩٢م. كان أمله أن يبحر حول العالم في دورة كاملة ليصل إلى بلاد الشرق الأقصى مثل الصين. ولكنه لم ينجح في ذلك، إذ إن أمريكا اعترضت طريقه.

ولكن لم يمر وقت طويل بعدها، في عام ١٥١٩م، إلا وكان المستكشف البرتغالي «فرديناند ماجلان» يقود رحلة استكشافية أتمت الدوران حول الأرض بحرًا. واستكمل مستكشفون آخرون تجميع صورة الكوكب وتكوينها قطعة قطعة جنبًا إلى جنب، وبدأ الناس يصنعون خرائط واقعية للعالم ونماذج للكرة الأرضية.

التقاط الصور الأولى

بحلول زمن السفر في الفضاء في عقد ١٩٥٠، كان جليًا أن الأرض كروية. ومع ذلك كان من المدهش رؤية الصور الفوتوغرافية الأولى على الإطلاق لكوكب الأرض التي التُقطت من خارج الأرض بمسافة. وقد وصف رائد الفضاء الروسي «ألكسي ليونوف» منظر الأرض من الفضاء بهذه الكلمات:



عمر الأرض

بالمقارنة مع عمر إنسان، أو حتى مع تاريخ وجود البشر كله، فإن كوكبنا قديم جدا جدا. ولكن كم عمره؟ تكمُن الإجابة في صخور الأرض.

القواقع الحجرية والصخور المخطَّطة

منذ حوالي ١,٠٠٠ عام، كان مفكر صيني اسمه «شن كو» أحد أوائل من تصوَّروا كيف تكوَّنت الصخور. فقد لاحظ أنها كانت دائما مقلّمة، وكانت تحتوي على أشكال تبدو كأنها حيوانات حجرية (التي نسميها الآن أحافير). أدرك شن كو أن الصخور ربما تكون قد تشكّلت على هيئة طبقات من الرمل والطمي ترسبت فوق بعضها البعض في قاع البحر.



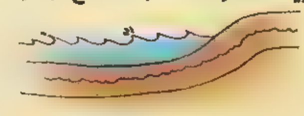
أسنان القروش الحجرية

في عقد ١٦٠٠، خرج العالم الهولندي نايلز ستينسن – والمعروف باسم «ستينو» – بنفس الفكرة. فقد كان الناس دائما يعثرون على أحافير تعرف باسم «الأحجار اللسانية»، التي بدت كأنها أسنان قروش كبيرة. وقال البعض إنها سقطت من السماء، أو نَمَت داخل الصخور.

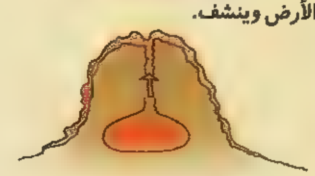
لكن ستينو كان متأكدا من أن مصدرها أسنان قروش حقيقية. فلابد أنها قد غرقت في أعماق البحر، واكتست بطبقات من الطمي. وكان الطمي قد نشف متحولا إلى صخر. ثم كان بطريقة ما قد ارتفع عن البحر.

كيف تتكوّن الصخور

يعتقد العلماء الآن أن الصخر يمكن أن يتكوّن بثلاث طرق رئيسية. الصخور الرسوبية تتكون عندما يتجمع الطين والغرين (الطين الرملي أو الطمي) وينشف– وذلك غالبا عند قاع البحر.



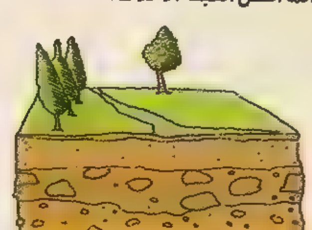
الصخور النارية تتكون عندما يبرد الصخر المنصهر الساخن القادم من عمق الأرض وينشف.



الصخور المتحولة تتكون عندما تتعرض صخور أخرى للضغط أو التسخين داخل الأرض.



وفقا لما قاله ستينو (انظر يسارا)، فإن الصخر تكوّن في شكل طبقات مستوية، أو طبقات أرضية، وكانت الطبقة الأقدم تقع دائما أسفل الطبقة الأحدث.



فيما بعد، قد يغير الصخر وضعه أو شكله، ولكنه يبدأ في كل الأحوال على هيئة طبقات مستوية.



قديمة قِدَم الجبال

إذا كان الصخر قد تكوّن حقا وفعلا بهذه الطريقة، فلابد أن هذه العملية قد استغرقت دَهْرًا. في الحقيقة، لابد أنها قد استغرقت ملايين السنين.

ولكن، في القرن السابع عشر، آمن معظم الناس في أوروبا بما قالته التعاليم الدينية عن كم يبلغ عمر الأرض – وكانت متناقضة. فمن دراستهم للكتاب المقدس، قدّر المسيحيون أن عمر الأرض كان يبلغ حوالي ٦,٠٠٠ عام فقط.

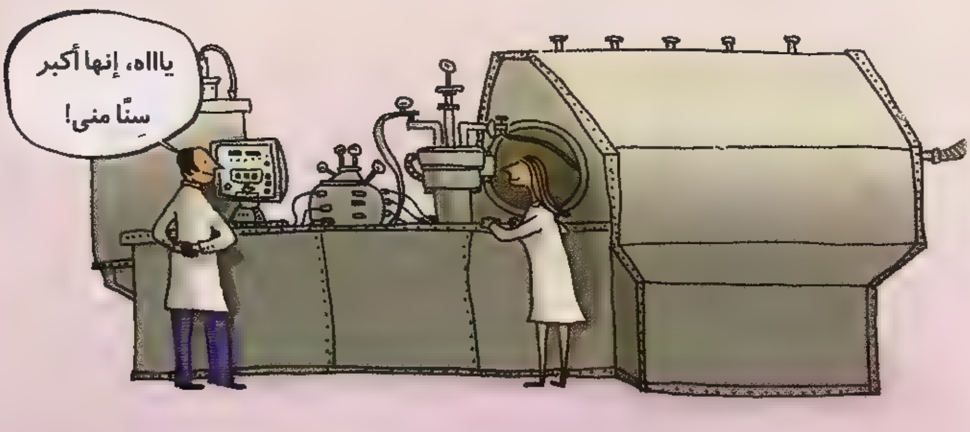
وكلما درس الناس الصخور، أدركوا أن الأرض كانت بالتأكيد أكبر عمرا من ذلك.

اكتشاف جديد

بدا أن الأرض أكبر عمرا بكثير مما ظن الناس في الماضي، لكن العلماء لم يمكنهم الاتفاق على كم بلغ عمرها بالضبط (انظر الإطار على اليسار).

ثم، في ١٨٩٦، اكتشف الفيزيائي الفرنسي «هنري بيكيريل» النشاط الإشعاعي (انظر صفحة ٤٦). وبعدها بقليل، في أوائل القرن العشرين، طوّر «إرنست رزرفورد» و«برترام بولتوود» التأريخ بالقياس الإشعاعي – وهي طريقة لاستخدام النشاط الإشعاعي لقياس عمر الصخور. فبعض الصخور تحتوي على فلزات نشطة إشعاعيا تنبعث منها طاقة عبر الزمن، جاعلةً المواد الكيميائية في الصخرة تتغير بطريقة يمكن قياسها.

وفي عقد ١٩٥٠، وباستخدام هذا الأسلوب، اتفق العلماء على أن عمر الأرض ٤,٥٥ مليار سنة تقريبا.



يستخدم العلماء جهازا يسمى مقياس الطيف الكتلي (سبكترومتر) ليعرفوا من أيّ المواد الكيميائية بالضبط تتكون إحدى الصخور، وكم يبلغ عمرها حتما.

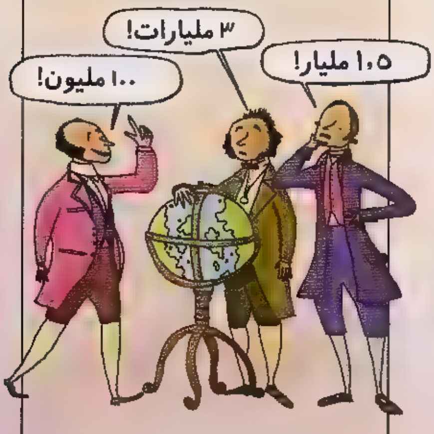
كم هو قديم؟

في القرنين الثامن عشر والتاسع عشر، قال عالم الجيولوجيا «جيمس هاتُن»، و«تشارلز ليل»، إن الصخور كانت على الدوام تتآكل (تتفتت) وتتشكل من جديد، في إطار عملية دائرية ضخمة.

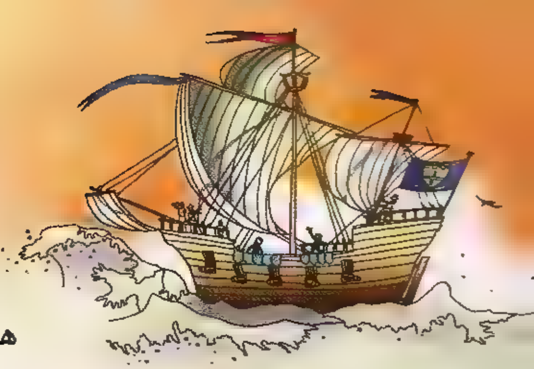
وفي حوالي عام ١٨٠٠، أظهر الجيولوجيّ الإنجليزي «ويليام سميث» وجود أحافير مختلفة في الطبقات الصخرية المختلفة. وقد أوحى هذا بأن الحياة الحيوانية كانت تتغير طيلة ملايين السنين.



وعبر القرن التاسع عشر، أجرى علماء كثيرون حساباتهم المستقلة لتقدير عمر الأرض. وبناءً على المدة التي كانت الصخور قد استغرقتها لكي تتشكل، تراوحت تقديراتهم الحسابية بين ملايين ومليارات السنين.



في الحقيقة، يعتقد العلماء الآن أن الأرض أقدم حتى من هذا—فعمرها ٤,٥٥ مليار (٤,٥٥٠,٠٠٠,٠٠٠) سنة.



كان فرديناند ماجلان أول من يقود رحلة استكشافية بحرية حول العالم.

الأرض أجزاء مبعثرة

هل لاحظت من قبل أن بعض القارات على خريطة العالم تبدو كما لو أمكن تعشيقها سويًّا وأنها تتكامل بشكل منسجم، مثل قطع لعبة «الپازل»؟ إنها بالفعل تجمّعت منذ ملايين السنين.

قِطَع الپازل

مَيّز الناس «قطع الپازل» هذه لأول مرة منذ حوالي ٤٠٠ عام. ففي القرن السادس عشر، بدأ المستكشفون أمثال فرديناند ماجلان في الإبحار حول العالم، ورُسمت أولى الخرائط الدقيقة إلى درجة معقولة. وقد أظهرت أن بعض الخطوط الساحلية، على الأخص خطوط أفريقيا وأمريكا الجنوبية، كانت لها أشكال متشابهة تشابهًا غريبًا. وفي عام ١٥٩٦م، أشار الخرائطي (صانع الخرائط) البلچيكي «أبراهام أورتليوس» إلى انسجامها الشبيه بلعبة تجميع أجزاء الصورة.

أصبحت أشكال القارات واضحة لدينا فقط منذ القرن السادس عشر، حين بدأ المستكشفون يبحرون في أرجاء العالم، وهم يُجْرُون القياسات في طريقهم.



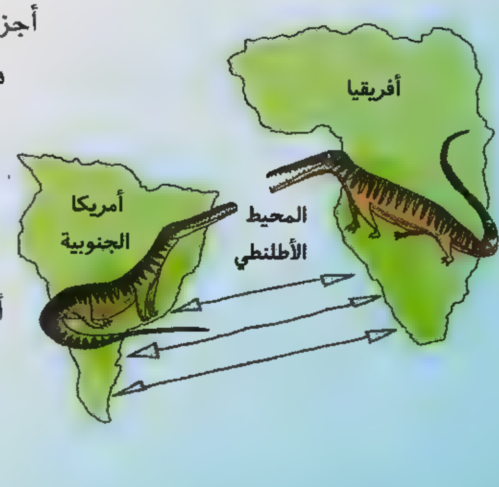
لاحظ «أبراهام أورتليوس» أن ضفتي المحيط الأطلنطي كانتا منسجمتين، كما لو كانتا في وقت من الأوقات قطعة واحدة كاملة «انفصلت» أو انكسرت.

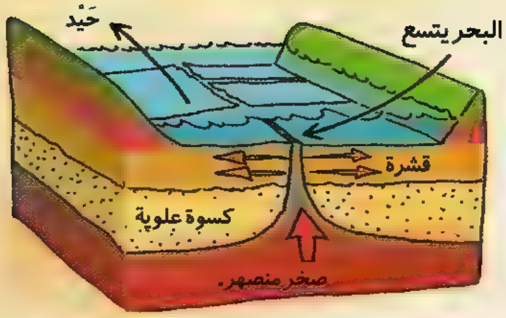
عالم ڤيجنر

في عام ١٩١١م، انتبه «ألفريد ڤيجنر»، وهو مستكشف وخبير أرصاد جوية ألماني، لتَوَافُقٍ آخر غامضٍ. فبالإضافة إلى الخطوط الساحلية المثيرة للفضول، عُثِر على بعض أجزاء نَفْس الأحافير في شرق أمريكا الجنوبية وغرب أفريقيا، مما أوحى بأنهما كانتا في وقت من الأوقات ملتحمتين. توافقت كذلك السلاسل الجبلية ومستودعات رواسب الفحم على جانبي الفاصل.

اعتقد ڤيجنر أن القارات كانت قد انفصلت ببطء عبر الزمن، في عملية تسمى «الانجراف القاري». وقال إنها كانت حتمًا متحدة ككتلة أرضية مفردة ضخمة، أسماها «پانچيا».

كان الميزوصور، وهو زاحفة مائية يعود تاريخها إلى حوالي ٢٢٥ مليون سنة مضت، أحد الأحافير التي اكتشفت على كلا جانبي الأطلنطي.





يبين هذا الشكل كيف يتدفق الصخر المنصهر الساخن من داخل الأرض عند أحد الحيود تحت-البحرية. وهو يبرد متحولاً إلى صخر صلب ويدفع الحيد قاسمًا إياه، مُنشئًا قاعًا بحريًا جديدًا.

كيف حدث ذلك؟

لم تؤخذ أفكار ڤيجنر على محمل الجد في البداية، إذْ كان من الصعب تصوُّر كيف أمكن للقارات أن تزحف عبر هذه المسافات البعيدة. ولكن، في عقد ١٩٥٠، جعلت بعض الاكتشافات الجديدة لكلامه معنى.

فأولاً، اكتشف الچيولوچيّ الأمريكي «موريس إيوينج» منظومة هائلة من الحيود الجبلية البركانية تحت-البحرية تمتد أسفل كل محيطات العالم. وفي الوقت نفسه، توصل عالِم أمريكي آخر، اسمه «هاري هِس»، إلى أن صخور قعر البحر كانت أحدث عمرًا بكثير من الصخور فوق اليابسة.

أدرك «هِس» أنه مع تدفق الصخر المنصهر خارجا من الحيود تحت-البحرية، فقد كوّن قاعًا بحريًّا جديدًا. وقد تمدّد هذا القاع، مُفرِّقًا بين القارات بدفعها على الجانبين. وعبر ملايين السنين، كانت القارات قد تحركت عبر أنحاء الكرة الأرضية.

مناطق الانبعاج

بينما تتحرك القارات، فإنها أحيانًا تتدافع، مما يجعل اليابسة تنبعج وتتحدَّب لتكوّن الجبال.

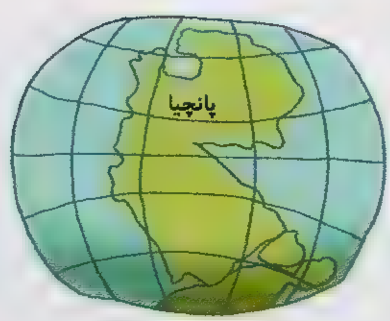
اصطدمت الهند، على سبيل المثال، ببقية آسيا منذ حوالي ٦٠ مليون سنة مضت، دافعةً اليابسة لأعلى لتُنشِئ أعلى سلسلة جبال في العالم، جبال الهيمالايا. ولا تزال قارات العالم تتحرك، ولا تزال جبال الهيمالايا ترتفع، بمعدل حوالي ٥ ملليمتر في السنة.



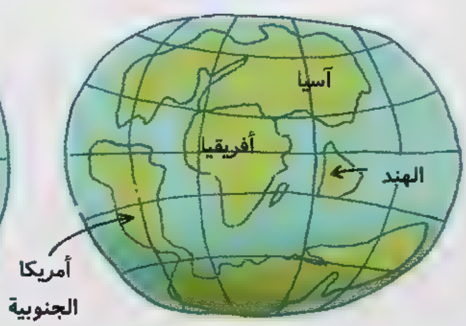
صفائح پانچيا

ولكن، إذا كان قاع بحري جديد آخذًا في التكوُّن، فلماذا لم تكن الأرض تَكْبُر؟ رأى «هِس» وعلماء آخرون أنه مع تشكُّل قاع بحري جديد في بعض المناطق، كان يختفي في مناطق أخرى، بالانسحاب داخل أخاديد المحيطات العميقة حيث كان القطاع الواحد من قشرة الأرض ينزلق تحت الآخر. وصارت القطاعات الضخمة المتقلبة تعرف باسم الصفائح التكتونية.

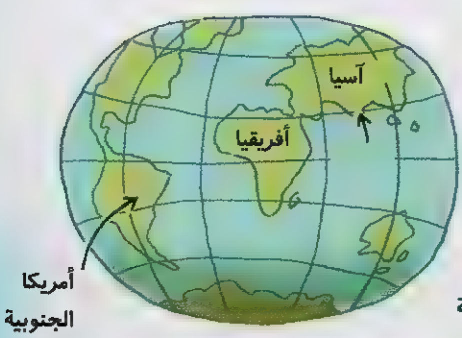
وبدراسة الصفائح التكتونية والصخور والأحافير والتضاريس حول العالم، فقد أصبح العلماء الآن قادرين على تبيُّن شكل «پانچيا» المحتمل في الماضي البعيد، وكيف انفصلت القارات وتحركت عبر الزمن.



منذ ٢٢٥ مليون سنة



منذ ٦٥ مليون سنة



العصر الحالي

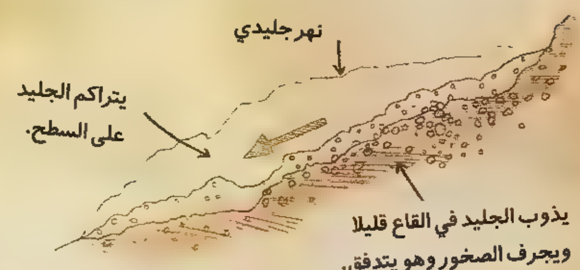
التجمد والاحتراق

منذ أن تشكلت الأرض غَيّر الكوكب كله درجة حرارته عدة مرات. لقد أتت عدة عصور جليدية باردة لدرجة التجمد، تتخللها أزمنة أسخن كثيرًا. وكانت مفاتيح الحل الأولى لكيفية حدوث هذا تكمن في الجبال الجليدية...



١٧٦٠م نهر الجليد

تعيّن إغلاق منجم في جبال جريندلفالد، في سويسرا، عام ١٧٦٠م عندما انهمر عليه طوفان من الجليد. بدأ العلماء دراسة الأنهار الجليدية، وهي مسطحات جليدية متكتلة ضخمة تتجمع على الجبال، ثم تنحدر إلى السفوح كالأنهار.



١٨٤٠م دليل قوي وصلب كالصخر

درس السويسري-الأمريكي «لويس أجاسيز» التكوينات الصخرية في سويسرا وبريطانيا. ورأى أنها تشكلت بواسطة الأنهار الجليدية التي غمرت البلدين في وقت من الأوقات، في زمن وصفه بأنه «عصر جليدي».

١٨٩٦م تدفئة الأرض

ما الذي كان قد جعل الأرض أدفأ إذن؟ في ١٨٩٦، توصل الكيميائي السويدي «سفانته آرينيوس» إلى أن ثاني أكسيد الكربون يحبس الحرارة. ورجّح أنه عند وجود المزيد منه في الجو، فإن الأرض تزداد سخونة.



تُوَلِّد المصانع ومحطات توليد الطاقة الكهربائية ثاني أكسيد الكربون وغازات أخرى تحبس الحرارة، تعرف الآن باسم «غازات الصوبة».

يعكس ثاني أكسيد الكربون الموجود في الجو بعض الحرارة، مُبْقيًا الهواء أدفأ لفترة أطول.

يسقط الإشعاع الحراري القادم من الشمس على الأرض، ثم يرتد عائدًا إلى الفضاء. (بعض الحرارة تصدها السحب وتكسرها).

١٩٢٠م

توصل الفلكي الصربي "ميلوتين ميلانكو فيتش" إلى سبب آخر وراء درجة حرارة الأرض المتغيرة. فقد رأى أن مدار الأرض حول الشمس كان يتبدل وفقًا لأنماط منتظمة. وكان منطقيًا أنه عند اقتراب المدار أكثر من الشمس، سيكون الكوكب أسخن.



كان الأسكتلندي «جيمس كرول» قد كتب عن نفس الفكرة، ولكنه تعرض للتجاهل حينها.

تاريخ الحرارة

عرف العلماء أن الأرض كانت في الماضي أبرد وأسخن كثيرًا، ولكن متى حدثت كل هذه التغيرات؟ أسهم هؤلاء العلماء في التوصل إلى إجابات...



اختبر «شاكلتون» فقاقيعَ الهواء المحتبسة داخل الجليد ليقيس مستويات ثاني أكسيد الكربون في الماضي.

١٩٥٧م



جمع الإيطالي «سيزار إميلياني» أحافير الكائنات البحرية العتيقة. وأظهرت المواد الكيميائية التي تتكون منها إلى أي مدى كانت الأرض ساخنة أو باردة عندما كانت هذه الكائنات على قيد الحياة.

١٩٧٣م

درس البريطاني «نِك شاكلتون» الألباب المستخرجة من الأنهار الجليدية ومن أرضية المحيط. وتوصل إلى وجود أنساق بها أثبتت توافق حلقات ميلانكو فيتش مع الفترات الأبرد – أو العصور الجليدية – في تاريخ الأرض.

١٩٩١م

فحص الجيولوچيان الأمريكيان «چيمس كينيت» و«لويل ستوت» بذور النباتات العتيقة المستخرجة من قاع المحيط القطبي الجنوبي (الأنتاركتيكي). واكتشفا أنه منذ ٥٥ مليون سنة، كانت الأرض ساخنة للغاية لدرجة أن كائنات حية كثيرة انقرضت.

١٩٩٦م طوفان عظيم؟

في كل أنحاء العالم، يحكي الناس قصصًا عن طوفان عظيم حدث في الماضي البعيد. وقد كشف الجيولوچيان الأمريكيان «ويليام ريان» و«والتر پتمان» النقاب عن دليل قوي على حدوث مثل هذا الطوفان في البحر الأسود.



فقد أظهرت الأحافير أنها كانت في وقت من الأوقات مليئة بأسماك المياه العذبة. ولكن منذ حوالي ٧٫٥٠٠ سنة، وفي غضون سنوات قليلة فحسب، كَبُرَت أكثر بكثير، وصارت مليئة بحيوانات المياه المالحة. وترجح دراسات مثل هذه أن حقبة حارة أذابت الأنهار الجليدية وجعلت مناسيب البحر (مستويات ارتفاع سطحه) تعلو بسرعة، جاعلةً المياه المالحة تتدفق عبر اليابسة.

اليوم نحن السبب!

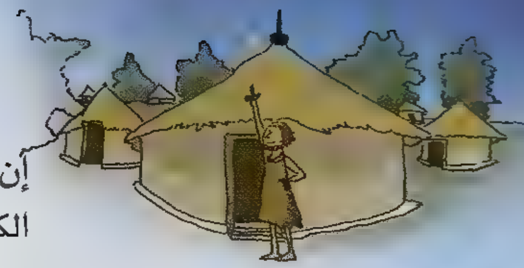
كان «آرينيوس» على حق في أن غازات الصوبة تدفئ الأرض، ولكنه ظن أن الطقس الأدفأ سيكون خيرًا. وقد استدل علماء من كافة أنحاء الأرض الآن على علامات تَشْهَد بأن الأرض تسخن أكثر من اللازم بسرعة أكبر من اللازم، وأن هذا قد يدمر أنواعًا كثيرة، من بينها النوع البشري.



تُجَزّ الأشجار، التي تمتص ثاني أكسيد الكربون، طوال الوقت، غالبًا لإخلاء مساحة من أجل المزيد من الأبقار والطُّرُق ومحطات الطاقة.

مصدر ثاني أكسيد الكربون وغازات الصوبة الأخرى هو محطات الطاقة والسيارات والطائرات وحتى الأبقار.

النجوم والمجرات



منذ وقت طويل يعود إلى ما قبل ٦,٠٠٠ عام مضت، كانت البيوت في بانپو، في الصين، تبنى بمحاذاة كوكبة يانجشي وبالعربية كوكبة الفرس الأعظم أو المجنَّح) عندما تكون متعامدة على الرءوس، ربما لجلب الحظ السعيد.

إن دراسة النجوم هي إحدى أقدم أشكال العلم الموجودة؛ فقد تتبع الكثير من القدماء النجوم وأطلقوا عليها أسماء. ولكن كيف اكتشفنا حقيقة النجوم؟

أنساق وتشكيلات

لاحظ الكثير من القدماء أنه على الرغم من أن النجوم بدت وكأنها تتحرك، فقد ظلت في تشكيل ثابت. إذْ كوَّنت بعض مجموعات النجوم أشكالاً مألوفة، مثل صليب أو خط متعرج، نسميها الآن كوكبات أو مجموعات نجمية. في بعض المجتمعات المبكرة، كانت الكوكبات يُنظر إليها باعتبارها كائنات مقدسة أو بشرى طيبة.

استفاد الناس أيضًا من أوضاع النجوم ليهتدوا إلى طريقهم. فمثلًا النجم الشمالي يدل الناس إلى الشمال، كما استُخدم في تخطيط الأهرامات المصرية.

رؤية الأنساق

النجوم المنتمية لكوكبة نجمية تبدو متقاربة، ولكنها ليست كذلك. فقد يكون بعضها أبعد عن الأرض أكثر بكثير من غيرها. ولكن عند مشاهدتها من الأرض، فإنها تتراصُّ وتكوِّن تشكيلاً نمطيًا. ونحن نميز أنماط النجوم هذه لأننا عندما ننظر إلى نقاط عشوائية، تحاول أمخاخنا تلقائيًا أن تجد فيها أشكالاً مألوفة.

القائد – على بُعد ١٠١ سنة ضوئية

المئزر – على بُعد ٧٨ سنة ضوئية

كوكبة المحراث أو الطاس (أو بنات نعش الصغرى)

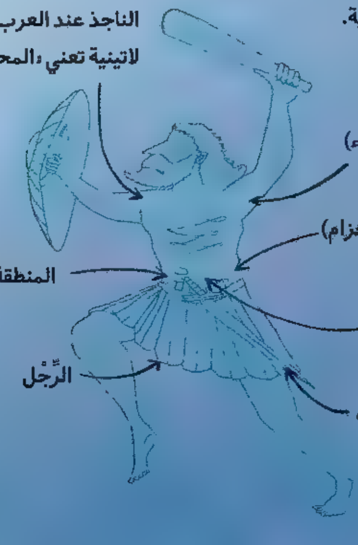
تسمية النجوم

في حوالي عام ١٤٠٠ ق.م. أنتج أبناء شعب ما بين النهرين القدماء، الذين عاشوا في المنطقة التي أصبحت الآن العراق، قائمة بالحقائق عن علم الفلك تسمى «مول.آپين» (بالبابلية: النجم والمحراث). وقد ذكرت القائمة، المكتوبة على ألواح طينية، أسماء ٦٦ نجمًا وكوكبة. سمى الإغريق أيضًا نجومًا كثيرة، وكذلك فعل الفلكيون العرب المقيمون في مدينة بغداد منذ حوالي ١,٠٠٠ سنة. ومعظم أسماء النجوم التي نستخدمها اليوم مستعارة من تعريبات الأسماء اليونانية.

أين تـقع النجوم؟

اعتقد الكثير من الشعوب القديمة أن النجوم مصابيح مثبتة في قبة دوّارة أو كرة عملاقة حول الأرض. وكان هذا يعني أن النجوم لابد أن تكون كلها قريبة إلى حد كبير من الأرض.

معظم النجوم المنتمية لكوكبة أوريون (كوكبة الجبار) ذات أسماء عربية.





سيجني هو في الواقع «كوكب ثنائي» مكون من نجمين متقاربين جدًا.

النجوم البعيدة

ولكن مُفكرًا إغريقيًا، هو «ديموقريطس»، طرح أفكارًا مختلفة. فقال إن النجوم كلها شموس، مماثلة لشمسنا، ولكنها مبعثرة بعيدًا وعلى نطاق شاسع. وقال أيضًا إن حزمة الضوء المرئية في سماء الليل – المعروفة الآن بصفتها مجرتنا، درب اللبانة – مكونة من نجوم سحيقة.

حقيقة النجوم

بعد ما يزيد على ٢,٠٠٠ سنة من ذلك، وجد العلماء أن ديموقريطس كان مُحِقًّا؛ فقد كانت النجوم كلها كرات من الغاز على مسافات مختلفة.

فأولا، في ١٨٣٢، حسب الفلكي الألماني «فريدريش بسل» المسافة التي تبعدنا عن النجم «٦١ سيجني» (من كوكبة الدجاجة الشمالية) باستخدام أسلوب يسمى التخاطل النجمي أو اختلاف الوضع الزاوي (انظر الإطار على اليسار). وبعد هذا، وباستخدام أحدث التليسكوبات، بدأ الفلكيون دراسة النجوم عن كثب أكثر من أي وقت مضى. وقد توصلوا إلى أن النجوم توجد بأحجام وألوان متنوعة، وكلها على مسافات مختلفة من الأرض.

وأظهرت الدراسات التي أجريت على ضوء شمسنا (أي الشمس التي يتبعها كوكب الأرض) أن الشمس مكونة من غازات مشتعلة. وكانت النجوم تبعث نفس أنواع الضوء التي تبعثها الشمس، مما أظهر أنها كانت هي أيضًا مكونة حتمًا من غازات مشتعلة. وبالمقارنة بينها، أمكن للعلماء أن يكتشفوا من أي الغازات تكوّنت النجوم وما مدى سخونتها. وفي أوائل القرن العشرين، وثّق الفلكيون لعدة آلاف من النجوم، مصنفين إياها وفقًا لدرجة حرارتها.

مجرات كثيرة كثيرة!

المجرة هي عنقود مترامي الأطراف من النجوم. وأثناء دراستهم لمجرتنا، درب اللبانة، رأى العلماء أشكالا غريبة بدت مثل مجرات أخرى. وفي حوالي عام ١٩٢٣، وباستخدام تليسكوب جديد، أثبت الفلكي الأمريكي «إدوين هابل» أنه كانت هناك بالفعل مجرات كثيرة أخرى فيما وراء حدود مجرتنا نحن.

فريدريش بِسِل

كان «٦١ سيجني» أول نجم تقاس المسافة التي تفصله عن الأرض. وتوصل فريدريش بسل إلى أنه كان على بعد ١١ سنة ضوئية (المسافة التي يقطعها الضوء في ١١ سنة).

التخاطل النجمي

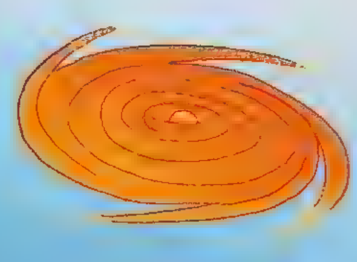
يعني التخاطل الطريقة التي يبدو أن الأشياء تتحرك بها عندما نغير موضعنا. فمع دوران الأرض في مدار الشمس، نرى النجوم من زوايا مختلفة اختلافًا طفيفًا. ويتراءى لنا أنها تتحرك حركة بسيطة، ومن هذا نستطيع أن نحسب المسافة إليها.



مع حركة الأرض، سيبدو أن هذا النجم يتحرك أسرع من النجوم الأبعد.

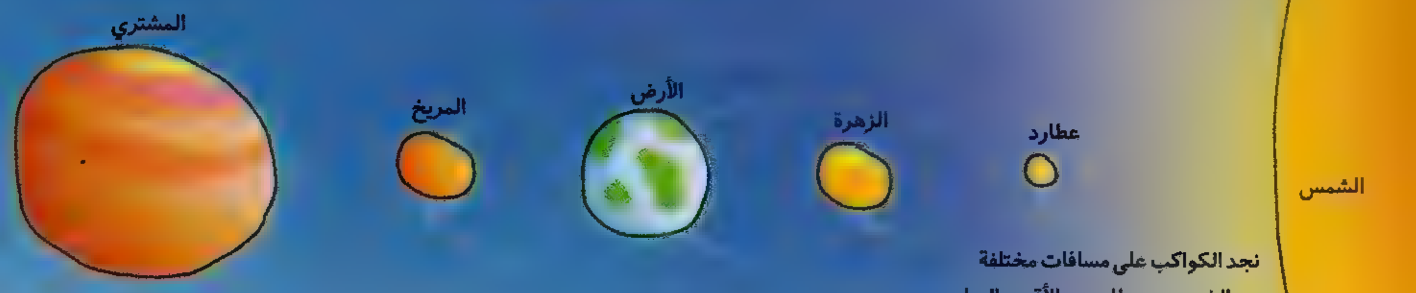
إن حركات التخاطل صغيرة ويمكن رؤيتها فقط بواسطة تليسكوب (مقراب).

تتخذ مجرة درب اللبانة شكلاً شبيهًا بقرص عملاق وحلزوني من النجوم. ويجعل هذا حزمة من ضوء النجوم تظهر في السماء ليلاً، حيث تكون نجوم درب اللبانة في أشد حالاتها كثافة.



درب اللبانة كما كانت ستبدو من خارجها





نجد الكواكب على مسافات مختلفة من الشمس. وعطارد هو الأقرب إليها.

اكتشاف الكواكب

النظام الشمسي

شمسنا هي مجرد واحدة من تريليونات النجوم الموجودة في الكون. وتدور في مدارها كواكب وكويكبات وأجرام أخرى عديدة. وتعرف هذه الأجرام معًا بالنظام الشمسي (أو المجموعة الشمسية).

أدرك القدماء أنه بينما بقيت أغلب النجوم في تشكيل نمطي ثابت، بدا أن القليل منها يتحرك عبر السماء. سمى الإغريق هذه الأجرام أو الأجسام الفلكية المتحركة (پلانيتيس)، أيْ «الطوّافات» Planet. ويعرف العلماء الآن أنها ليست نجوما، وإنما كرات من الغاز تدور حول الشمس.

الفلك قديمًا

كان السومريون، الذين عاشوا فيما أصبح الآن العراق، من الفلكيين الأوائل.



فقد كان السومريون يدرسون السماء ليلاً في زمن بعيد يعود إلى الوراء ٥،٥٠٠ سنة. وهذه الصورة للوح طيني سومري، التي تُظهِر في خلفيتها الشمس محاطة بالكواكب والنجوم، يبلغ عمرها حوالي ٤،٥٠٠ عام.

الكواكب الخمسة

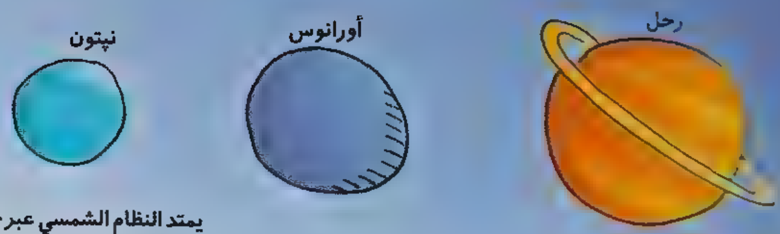
عَلِمَ الفلكيون القدماء بوجود خمسة كواكب لم تكن من ضمنها الأرض. وهي عطارد والزهرة والمريخ والمشتري وزحل – الكواكب التي نستطيع أن نراها بدون تليسكوب. وفي تلك الأيام، ظن الناس أن الكواكب تدور حول الأرض، لا الشمس. وظن البعض أنها آلهتهم، تتحرك عبر السماوات. وكل الكواكب التي نعرفها اليوم، عدا الأرض، مسماة على اسم آلهة قديمة.

كواكب جديدة

بعد اختراع التليسكوبات في أوائل القرن السابع عشر، أصبح المزيد من الأجرام مرئيًا في الفضاء. وفي عام ١٧٨١م، اكتشف الفلكي البريطاني «ويليام هيرشل» ما ظن أنه نجم جديد، ولكنه أدرك فيما بعد أنه كوكب. وسُمِّي هذا الكوكب الجديد في النهاية «أورانوس». وأظهر مدار أورانوس أنه لابد من وجود كوكب آخر بالقرب منه، ذي جاذبية تشده إليه. وبحث العلماء في آفاق السماء حتى وجدوا في ١٨٤٦ كوكبا جديدا، هو «نبتون».

ويليام هيرشل





يمتد النظام الشمسي عبر حوالي ١٣ مليار كم من أقصاه إلى أقصاه.

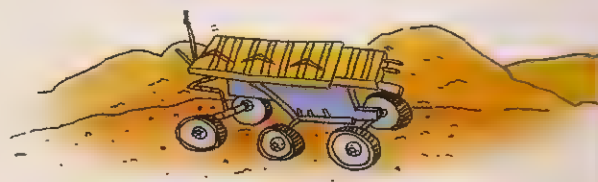
كوكب تاسع؟

في عام ١٩٣٠م، كان فلكي أمريكي اسمه «كلايد تومبو» يبحث عن كواكب جديدة في النظام الشمسي. وقد وجد واحدًا! وسُمِّي الكوكب الجديد الضئيل «بلوتو».

ولكن، في حوالي عام ٢٠٠٠م، عُثِر على المزيد من الأجرام الصغيرة الشبيهة بالكواكب، وبدأ العلماء يتجادلون حول ما يُعتبر كوكبًا. وفي عام ٢٠٠٦م، اتفقوا على أن الكواكب الصغيرة مثل بلوتو لم تكن كواكب حقيقية وإنما «كواكب قزمة». لذا فاليوم، يضم النظام الشمسي ثمانية كواكب رئيسية فحسب، من بينها الأرض.

الحياة على كواكب أخرى؟

آمن ويليام هيرشل، مكتشف أورانوس، أن هناك كائنات حية تعيش على الكواكب والشمس. وفي أوائل القرن العشرين، ظن بعض الفلكيين أنهم يستطيعون رؤية قنوات على المريخ. أما الآن فقد زارت مسابر البعثات الاستكشافية الفضائية الكواكب، ولم تجد حتى الآن علامات قاطعة على وجود حياة.



استكشفت جوّابة (عربة استكشاف المريخ) «سوجورنر» شطرًا من سطح المريخ عام ١٩٩٧م.

كواكب كثيرة كثيرة!

في منتصف عقد ١٩٩٠، توصل الفلكيون إلى أن بعض النجوم الأخرى، فيما وراء نظامنا الشمسي، لها كواكب تدور في مداراتها كذلك. ومنذ ذلك الوقت، حُدِّدت مئات من هذه الكواكب «خارج-الشمسية». إن بعضها شبيه بالأرض، وربما تتوافر به حتى الظروف المناسبة لوجود الحياة.





طُرحت أفكار كثيرة لتسمية الكوكب الجديد. واقترحت فتاة بريطانية في الحادية عشرة من عمرها، اسمها «فينيشا بيرني»، اسم «بلوتو». كانت تحب الأساطير، وقد اختارت اسم الإله الروماني، إله العالم السفلي، لإطلاقه على الكوكب المظلم والمتجمد.

الأقمار والحلقات

في ١٦١٠، وباستخدام التليسكوب المُختَرع حديثًا، اكتشف الفلكي الإيطالي «جاليليو» أن المشتري تدور في مداره أربعة أقمار. ورأى أيضًا أن لزحل زوائد شبيهة بالأذنين، وُجِد فيما بعد أنها حلقات من الغبار والثلج.



آيو، أحد أقمار المشتري

وعبر القرون، وجد الفلكيون أن المشتري وأورانوس ونبتون لها حلقات أيضًا – وأن معظم الكواكب لها أقمار. فزُحَل له على الأقل ٦٠ قمرًا وللمشتري ما يزيد على ٦٣!



الأرض تتحرك!



ظن الناس في وقت من الأوقات أن الأرض هي مركز الكون، وتدور حولها الشمس والكواكب والنجوم. كانوا مخطئين – ولكن استغرق إثبات هذا سنوات كثيرة.

مسار الشمس

ما يبدو لنا هو أن الشمس تنتقل عبر السماء كل يوم، لذا ظن الناس أنها تدور في مدار حول الأرض. لقد رجّح فيلسوف إغريقي، هو «أرستارخوس»، أن الأرض والكواكب الأخرى هي التي تتحرك في الواقع حول الشمس. ولكن، في القرن الثاني، عندما زعم فيلسوف آخر، هو بطليموس، أن الأرض تقف في مكانها، صدقه معظم الناس.

الرجوع للخلف

ولكن ظل هناك لغز محير للفلكيين. فمع تحرك الكواكب عبر السماء، بدا أحيانًا أنها تغير اتجاهها وترجع للوراء لبعض الوقت. وفسر «بطليموس» هذا بأن قال إن حركتها تحكمها أنماط معقدة.

ولكن، في أوائل القرن السادس عشر، درس فلكي پولندي، هو «نيكولاوس كوپرنيكوس»، هذه الحركات القهقرية من جديد. ورأى أنه كان من المنطقي لو أن الكواكب والأرض تتحرك جميعها حول الشمس. فعندما كانت الأرض تمرق بجوار كوكب أبطأ، كان هذا الكوكب يبدو وكأنه يمضي في اتجاه عكسي.

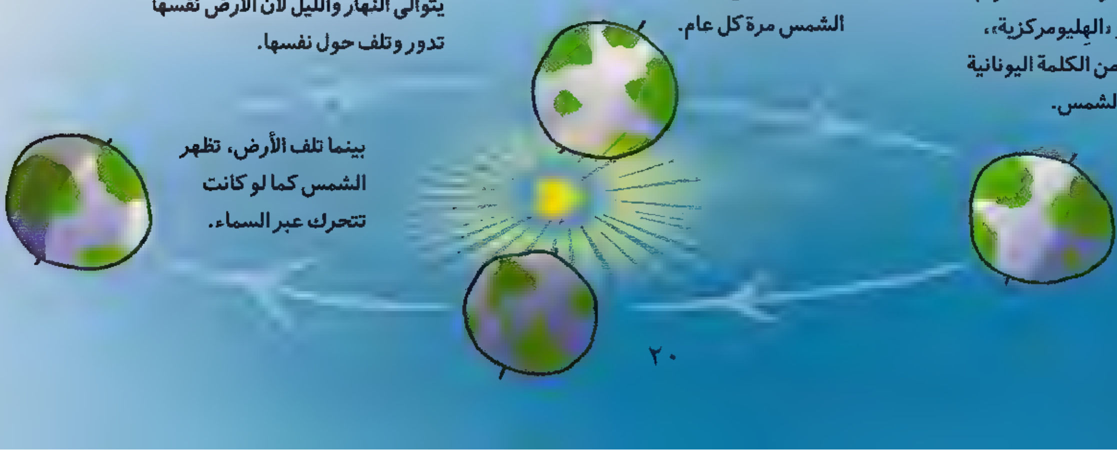
وفي عام ١٥٤٣م، سنة وفاته، نشر كوپرنيكوس كتابًا يزعم أن الأرض والكواكب كانت تدور حقًّا في مدارات حول الشمس.

نموذج بطليموس

قال بطليموس إن الأرض كرة مدورة، تدور حولها الكواكب والشمس في دوائر كاملة. وفيما وراءها تقع النجوم، التي تدور أيضًا حول الأرض في نسق محكم.



وضع نظام كوپرنيكوس، المبين هنا، الشمس في الوسط. وكانت جميع الكواكب، بما فيها الأرض، تدور حولها في مدارات دائرية. تعرف هذه الفكرة بـ «مركزية الشمس»، أو «الهِليومركزية»، وكلمة «هليو» مشتقة من الكلمة اليونانية «هليوس» التي تعني الشمس.



تتحرك الأرض حول الشمس مرة كل عام.

يتوالى النهار والليل لأن الأرض نفسها تدور وتلف حول نفسها.

بينما تلف الأرض، تظهر الشمس كما لو كانت تتحرك عبر السماء.

هل كان كوپرنيكوس على حق؟

بعض رجال الدين لم يعجبهم إنتاج كوپرنيكوس العلمي. فقد قالت التعاليم الكنسية أن الفضاء كان خلقًا يتصف بالكمال لا يمكن أن يتغير، تتوسطه الأرض.

لذا ففي عام ١٥٧٢م، عندما رأى الفلكي الدانمركي «تيكو براه» نجمًا وليدًا، سبَّب هذا ضجة كبيرة. إذ أثبت أن السماوات يمكن أن تتغير. بعد ذلك، وجد «يوهانس كپلر» مساعد «براه» دليلاً على أن الكواكب تتحرك في مدارات بيضاوية حول الشمس. وكان المزيد والمزيد من الفلكيين يدركون أن نموذج كوپرنيكوس مركزي الشمس كان سليمًا.

تليسكوپ جاليليو

في حوالي عام ١٦٠٩م، أحدث اختراع أول تليسكوپ هزة في دراسة الفضاء. لقد كان في الواقع مصممًا لاستخدامه في المعارك، ولكن الفلكي الإيطالي «جاليليو جاليلي» بنى تليسكوپه الخاص من أجل دراسة السماء. وعندما ميز أربعة أقمار تدور حول كوكب المشتري، كان هذا برهانًا، أخيرًا، على أنه ليس كل شيء في الفضاء يدور حول الأرض.

تقديم الحقيقة للمحاكمة

مِثْل كوپرنيكوس وكپلر، رأى جاليليو أن أنماط حركة الكواكب في السماء كانت تعني أنها تدور حتمًا في مدار الشمس. ولكن بعض ممثلي الكنيسة الكاثوليكية في روما قالوا إن هذا هرطقة (وهو ما يعني أن إيمانك به قد يجر عليك المتاعب). وفي عام ١٦٣٣م، بعد أن ألّف كتابًا يدعم كوپرنيكوس، قُدِّم جاليليو للمحاكمة. وقد أُجبر على أن يقول إنه ارتكب خطأ، وإن الأرض ساكنة لا تتحرك.

ولكن، وبينما كان يغادر قاعة المحكمة، يقال إن جاليليو غمغم لنفسه همسًا: «لكنها تدور».

كان على حق. وقبل مُضِيّ وقت طويل، لقيت الأدلة العلمية قبولاً على نطاق واسع، واضطرت الكنيسة لتغيير روايتها.



كوكبة كاسيوپيا (ذات الكرسي)

كان النجم الذي رآه تيكو نجمًا من نوع السوپرنوفا (المتجدد الأعظم أو الطارف أو المستعر الأعظم)؛ وهو نجم عجوز ينفجر. وكان يتلألأ لشهور قليلة قبل أن يختفي.

رسومات تخطيطية للسماء

رسم جاليليو صورًا للأشياء التي رآها بتليسكوپه. وقد شملت أقمار المشتري...



...وتفاصيل من قمر الأرض...



...وحلقات زحل، التي دعاها جاليليو «أذني زحل».







الكون ضخم للغاية، ويكاد يكون من المستحيل تخيله. فهو يحتوي على تريليونات النجوم والكواكب.

قصة الكون

تعني كلمة «الكون» كل ما هو موجود في عالمنا وجميع الكواكب والنجوم الأخرى والفضاء كله والزمن كله. ولكن من أين جاء الكون؟

رؤية النجوم

كان الناس دائمًا قادرين على رؤية الكثير من النجوم في السماء ليلاً. ولكن، منذ اختراع التليسكوبات، فقد صرنا قادرين على رؤية المزيد منها. ومع تحسن التليسكوبات، تمكن الفلكيون من أن يروا ما هو أبعد وأبعد في الفضاء. في الحقيقة، بدا أن الفضاء ليس له نهاية. ولا يزال العلماء غير قادرين على أن يجزموا إذا كان الكون حقًّا لا نهائيًّا وبلا حدود، أم أن له شكلاً وحجمًا وبداية ونهاية. ولكنهم يطرحون بعض الأفكار.

انظر للماضي بعينك

يستغرق الضوء وقتًا ليسافر عبر الفضاء. وفي خلال سنة، فإنه يسافر قاطعًا حوالي ٩،٥ مليون مليون كم (وهو ما يُعرف بالسنة الضوئية). وعندما ننظر إلى جرم فضائي قصيّ، من قبيل مجرة، أيْ على بعد ٣ ملايين سنة ضوئية، فإننا في الواقع نرى ضوءًا ترك تلك المجرة منذ ٣ ملايين سنة. وعمليًا، فإننا ننظر بأعيننا إلى الماضي. وعن طريق دراسة الأجرام البعيدة بُعدًا سحيقًا، يستطيع الفلكيون أن يرصدوا أحداثًا من تاريخ الكون.

هذه مجرة المثلث، التي تقع على بعد ٣ ملايين سنة ضوئية من الأرض.

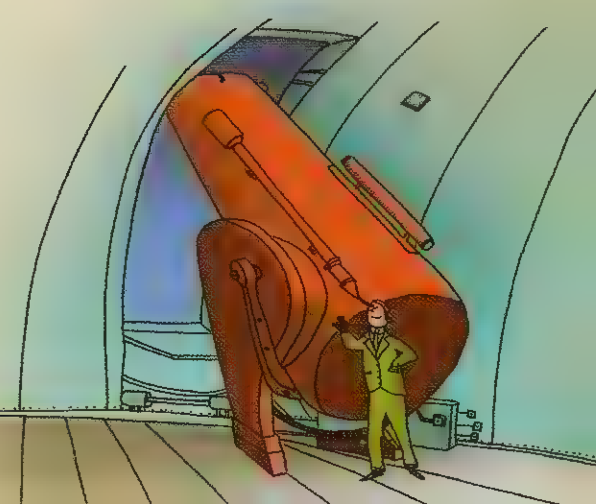


النمو في الحجم

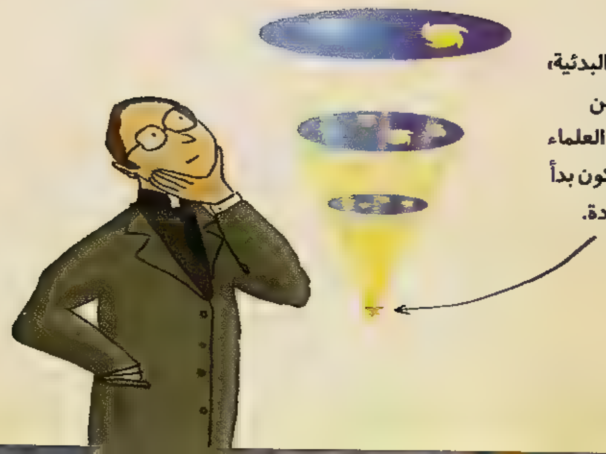
في عقد ١٩٢٠، اكتشف الفلكي إدوين هابل وجود مجرات فيما وراء مجرتنا (انظر صفحة ١٧)، وبدأ يدرسها. وبحلول عام ١٩٢٩م تقريبًا، كان قد اكتشف أن المجرات الأخرى التي استطاع أن يراها كانت تتجه بعيدًا عنا. وكلما كانت قد ابتعدت أكثر، كانت تبتعد أسرع.

ويعني هذا أن جميع أجزاء الكون كانت ذات مرة متقاربة أكثر بكثير مما هي الآن. وفي عام ١٩٣١م، زعم عالِم بلجيكي، هو «چورچ لوميتر»، أن كل المادة الموجودة في الكون كانت في الماضي مكدسة في كرة صلبة، اسمها «الذرة البَدْئية»، وقد تمددت إلى الخارج من هناك.

قام «إدوين هابل» باكتشافاته مستخدمًا تليسكوبًا حديث البناء في مرصد ماونت ويلسون بكاليفورنيا، في الولايات المتحدة الأمريكية.



تخيل لوميتر «الذرة البدئية» على هيئة كرة أكبر من الشمس، بالرغم أن العلماء الآن يعتقدون أن الكون بدأ من نقطة واحدة مفردة.





الانفجار العظيم

بدأ علماء آخرون التعامل مع أفكار لوميتر، وأجروا حسابات للكيفية التي أمكن بها لـ «الذرة البدئية» أن تنفجر بحيث تُنشئَ كل النجوم والكواكب والمجرات التي نستطيع الآن أن نراها. لكن الفلكي البريطاني «فريد هويل» استخف بهذا النهج. وفي ١٩٥٠ كذّب الفكرة القائلة بحدوث انفجار باعتبارها هراءً، ودعاها بفظاظة نظرية «الانفجار العظيم».

ولكن، في عقد ١٩٦٠، رصد العلماء مستوى منخفضًا من طاقة موجات الراديو تتقافز في الفضاء. انسجم هذا مع فكرة «الانفجار العظيم»، إذ إن الانفجار كان من شأنه أن ينشئ هذا النوع بالضبط من الطاقة. وما لبث الفلكيون أن بدأوا يتقبلون أن نظرية «الانفجار العظيم» كانت أفضل تفسير لبدء الكون، والتصق الاسم الساخر بهذه النظرية. ولو كان هذا قد حدث فعلاً، فقد توصلت حسابات العلماء إلى أن عمر الكون يبلغ الآن ١٣,٧ بليون سنة.



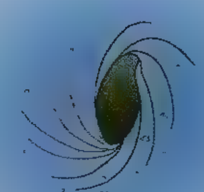
ألغاز الكون

ولكن لو كانت للكون بداية، فماذا وُجِد قبل ذلك؟ ما الذي يوجد خارجه، ومتى سينتهي؟ يقول بعض العلماء إنه في يوم من الأيام من الممكن أن ينكمش الكون ليعود إلى حالة العدم، في سياق عملية «تضاؤل عظيم» (أو «انكماش عظيم»)، أو يظل يتمدد إلى الأبد.

ويعتقد آخرون أنه بدلاً من أن يكون قد بدأ بانفجار عظيم، يمر الكون بدورة لا نهاية لها من التمدد والانكماش. وقد قال البعض حتى بإمكانية وجود «كون متعدد»، مكون من أكوان مختلفة، ربما تصل بينها الثقوب السوداء (انظر الإطار على اليسار).

الثقوب السوداء

الثقب الأسود هو جرم فضائي به الكثير من المادة في حجم صغير جدًا جدًا. ويمنحه هذا جاذبية شديدة جدًا تسحب كل شيء قريب منه، حتى الضوء. وتبدو الثقوب السوداء مُعتمة، إذ إن الضوء لا يمكن أن يفلت منها، ولكن يمكننا رصدها من خلال طريقة شد جاذبيتها للغبار الفضائي المجاور والنجوم المجاورة.

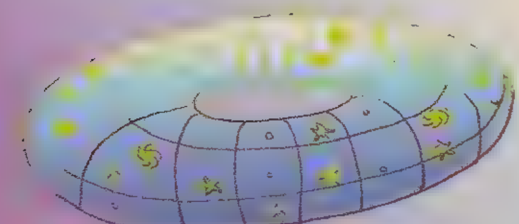


وُصِفت الثقوب السوداء لأول مرة عام ١٧٨٣ بقلم الفلكي الإنجليزي «جون ميتشل». ولكنها لم تسمَّ «الثقوب السوداء» حتى عام ١٩٦٧.

وتستمر القصة...

بالطبع، ولأننا لا نستطيع أن نغادر هذا الكون لننظر إليه من الخارج، فمن الصعب جدًّا معرفة الحقيقة. ولا يزال العلماء يتناقشون حول هذه الألغاز الغامضة ويخرجون بأفكار جديدة.

يزعم بعض العلماء أن الكون ليس على شكل كرة، وإنما أقرب إلى حلقة أو أنبوب.



الكون ذو الشكل الطاري

القمر

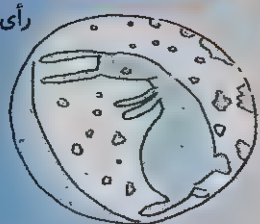
القمرُ دائمًا ما بهر الناسَ. وقد ابتدعوا قصصًا عنه، ودرسوه بواسطة التليسكوبات، وأخيرًا أطلقوا بعثات استكشافية لزيارته وفحصه.

منذ ٣,٠٠٠ سنة — الثقافات القديمة



آمن الإغريق بأن الإلهة «سيلين» كانت تضيء القمر بتاجها البراق. واستخدموا القمر لقياس الوقت. وكان الشهر هو عدد الأيام التي يستغرقها اختفاء وظهور البدر.

منذ ٢,٠٠٠ سنة — أساطير القمر



رأى بعض أبناء الثقافات الآسيوية شكل أرنب على وجه القمر وابتدعوا الحكايات حول ذلك.

ح. ٤٤٥ ق.م. — الصخر والضوء



اعتقد معظم الناس أن القمر يشع ضوءًا نابعًا منه. لكن فيلسوفًا إغريقيًا، هو «أناكساجوراس»، رجح أنه مجرد كتلة صخر تعكس الضوء القادم من الشمس.

ح. ٣٠٠ ق.م. وعام ١٦٨٧

المد والجزر

أدرك أرسطو أن هناك صلة بين القمر وتغير مناسيب البحر. وبعد ذلك بزمن طويل، طبّق إسحاق نيوتن نظريته الخاصة بالجاذبية على المد والجزر. وأدرك أن ما سبّبها هو شد جاذبية القمر للأرض.



ح. ١٤٥ ق.م. — تفكير سديد

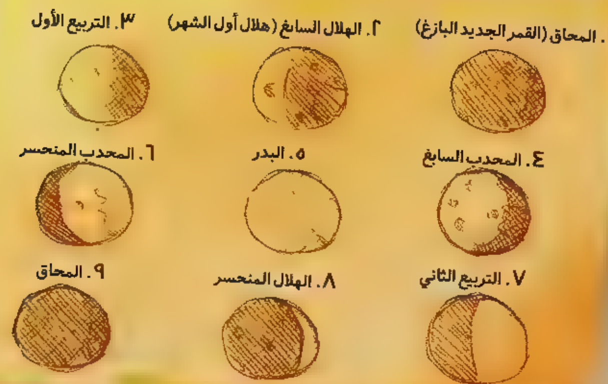
استخدم «هيبارخوس» (أبرخش) النيقي، (وتقع نيقية في تركيا في العصر الحديث)، الرياضيات والزوايا ليستبين كم يبعد القمر عن الأرض. وكانت الإجابة التي توصل لها من حساباته هي ٤٠٣,٦٢٣ كم، وهو رقم قريب جدًا مما يعتقده العلماء اليوم.





ح. ١٠٥٦م المتحوّل

أدرك المفكر الصيني «شن كو» أن القمر كان كرويًا. وقد فسر أشكاله المختلفة، التي نسميها منازل أو أطوارًا أو أوجه القمر. فمع دورانه في مدار الأرض، يتغير القدر الذي تضيئه الشمس من القمر:



١٦١٠م
جاليليو العبقري



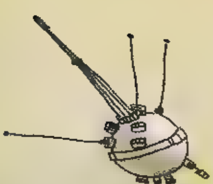
في حوالي ١٦١٠، عدّل جاليليو اختراعًا حربيًا جديدًا، هو التليسكوب، محولاً إياه إلى أداة للتحديق في السماء (انظر الصفحات ١٦-١٩). ورأى أن البقع على سطح القمر كانت كلها وديانًا، وكانت المناطق الباهتة أكثر هي جبال. واكتشف أيضًا أنه على الرغم من دوران القمر في مدار الأرض، فإن ما يواجهنا منه هو دائمًا نفس الجانب.

القرنان السابع عشر والثامن عشر إني أتلصَّص بعيني الصغيرة...

استخدم العديد من الفلكيين الأوائل التليسكوبات في دراسة القمر. فكانوا يرصدون الجبال والوديان على سطح القمر وكانت الوديان تبدو كبحيرات واسعة.

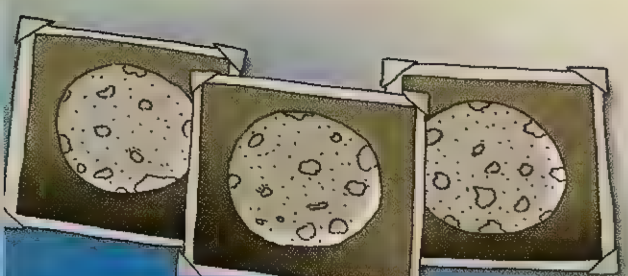


في الحقيقة، يوجد القليل من المياه على القمر أو لا يوجد (وإن كان في أواخر ٢٠٠٩ أُعلن عن كميات كبيرة من المياه في القمر!). ويعتقد العلماء المحدثين أن بحار القمر مكونة من حمم بركانية صُلبة مصدرها براكين قمرية من عصر ما قبل التاريخ، مندثرة الآن.



١٩٥٩م الجانب المظلم

في ١٩٥٩، دخلت الفضاءَ بعثاتُ برنامج لونا الفضائي السوفيتي غير المأهولة برواد الفضاء. وقد حط بعضها على القمر ودارت أخرى في مداره. وجلبت معها صورًا للجانب المظلم الخفي من القمر.



١٩٦٩م البشرية على القمر

أخيرًا، في عام ١٩٦٩م، بعد كل ذلك التحديق ومراودة الأحلام، حطت بعثة «أبوللو» الأمريكية على القمر. وأُرسلت الصور إلى الأرض بينما أصبح «نيل آرمسترونج» أول شخص يخطو على القمر. وقامت رحلات أكثر إلى القمر خلال عقد ١٩٧٠. وتخطط بلدان عديدة لإرسال بعثات جديدة إلى القمر في هذا القرن.



نيل آرمسترونج،
أول شخص يسير على القمر.



وجدتها!



قيل إن أرخميدس كان منفعلاً للغاية باكتشافه، فنطّ خارج البانيو وجرى عاريًا في الشوارع.

في القرن الثالث ق.م. دخل مخترع إغريقي اسمه «أرشميدس» (أو أرخميدس) حوض استحمامه. ولدى رؤيته تناثر رذاذ المياه على الجوانب، يقال إنه صاح قائلا: «يوريكا!»– أيّ «وجدتها!» ولكن ما الذي وجده بالضبط؟

أفكار نيرة في الحمام

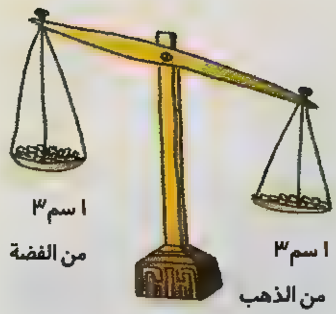
تقول الأسطورة إن الملك «هيرون الثاني» حاكم سرقوسة التمس المساعدة من أرخميدس. فقد دفع هيرون لصائغ ذهب مقابل أن يصنع له تاجًا ذهبيًا. ولكن، عندما وصل التاج، شك هيرون في أن الرجل غشه بأن خلط الفضة الأرخص بالذهب محتفظا ببعض الذهب لنفسه.

وليتبين إن كان هذا صحيحًا، كان أرخميدس في حاجة لمعرفة كثافة التاج. فالفضة أقل كثافة من الذهب، لذا فإن معرفة كثافة التاج كانت ستعرّفه إذا كانت بعض الفضة قد خُلطت به. ولقياس الكثافة، تحتاج أن تعرف وزن الجسم وحجمه. وكان من السهل قياس وزن التاج، ولكن كان حجمه يمثّل لغزًا محيرًا، إذْ كان عبارة عن شكل معقد للغاية.

وعندما غطس أرخميدس في حوض الاستحمام، فاضت بعض المياه على الجوانب. وفهم فجأة أنك تستطيع قياس حجم أي جسم عن طريق إسقاطه في الماء، ثم قياس كمّ المياه التي اندفعت لأعلى. وقد حسب كثافة التاج، ووجد أن صائغ الذهب كان غشاشًا فعلاً.

ما هي الكثافة؟

كثافة مادة نوعية معناها مقدار المادة المطلقة الذي تحتويه بالنسبة إلى حجمها. مثلاً، يزن سنتيمتر مكعب من الذهب ١٩٫٣ جرامًا. وهو يحتوي على مادة أكثر، وكثافة أكبر، من السنتيمتر المكعب من الفضة، الذي يزن ١٠٫٥ جرامًا.



فكلاهما له نفس الحجم، لكن الذهب أثقل لأنه أكثف؛ أيْ معبأ بالمادة على نحو أكثر كثافة.

هل حدث ذلك بالفعل؟

هذه القصة شهيرة جدًا، ولكننا نجهل إن كانت حقيقية. وقد دوَّنها لأول مرة كاتب روماني، هو «ڤيتروڤيوس»، بعد وقوعها المفترض بـ ٢٠٠ عام، لذا فقد تكون مختلَقة. ولكن أرخميدس قام فعلاً باكتشافات مهمة تخص الماء والكثافة...

من المحتمل أن يكون تاج هيرون قد صنع على شكل إكليل من أوراق النبات (الغار)، مما يصعِّب تبيُّن حجمه.

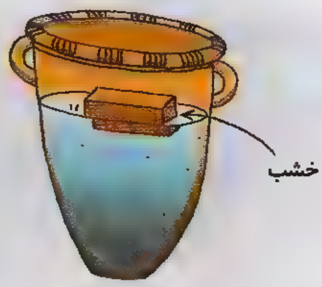


لماذا تطفو الأشياء

في قصة «يوريكا»، رأى أرخميدس أنك عندما تضع جسمًا داخل الماء، فإن بعض الماء ينزاح، أو يُدفع بعيدًا. وصحيحٌ أن أرخميدس لاحظ هذا فعلاً بعناية. وقد رأى أن طفو الجسم من عدمه يعتمد على كثافته، وعلى كم المياه التي يزيحها. تطفو الأجسام لأن المياه تدفعها لأعلى. فالماء يندفع لأعلى بنفس قوة وزن المياه التي يزيحها الجسم. والأجسام الأقل كثافة تزِن أقل من المياه التي تزيحها، فتطفو.

اكتشف أرخميدس هذا فعلاً، إذ شرح الأمر برُمّته في كتابٍ له بعنوان «عن الأجسام الطافية».

إذا أزاح جسمٌ ماءً يتساوى معه في الوزن، فإنه يطفو.



إذا لم يمكن لجسم أن يكتفي بإزاحة ماء يزن نفس وزنه، فإنه يغطس.

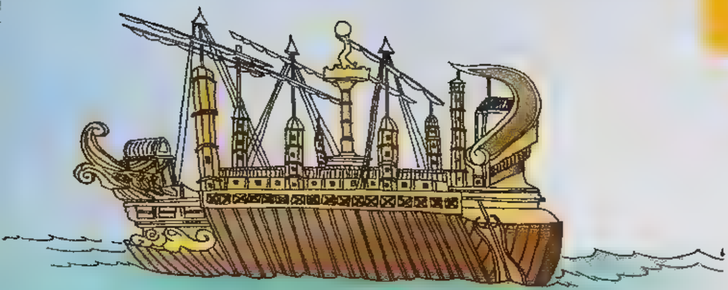
الخشب أقل كثافة من الماء. ولأنه خفيف بالنسبة إلى حجمه، فهو يزيح ما يساوي وزنه هو بسهولة في الماء.



قالب الحجر أكثف بكثير من الماء، لذا لا يمكنه الاكتفاء بإزاحة ما يطابق وزنه هو من الماء، فيغطس.

المزيد من الاكتشافات

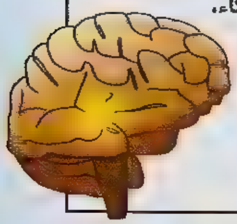
كان أرخميدس أحد أعظم المفكرين على الإطلاق. فقد جاء بعشرات الاكتشافات والاختراعات. لقد اخترع طنبور أرخميدس – وهو نوع من المضخات لرفع المياه – وبنى قبة فلكية (پلانيتاريوم)، وهو نموذج للسماء ليلاً. كما اكتشف كيف تعمل الروافع (انظر إلى اليسار).



صمم أرخميدس سفينة ضخمة لصالح الملك هيرون الثاني، اسمها سيراكيوزيا. تطفو سفينة من السفن لأن شكلها – هيكل مجوف ومحدّب مملوء بالهواء – يمنحها كثافة كلية شديدة الخفة.

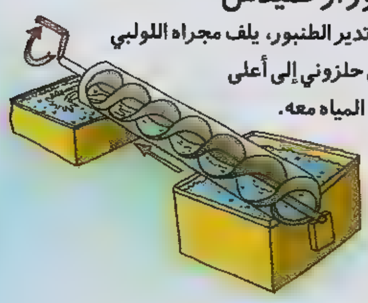
لحظات يوريكا

يزعم الكثير من العلماء أنهم مروا بلحظات صرخوا فيها «يوريكا!». فالأفكار والاكتشافات الكبرى غالبًا ما يبدو أنها تحدث على هذا النحو، عندما يرى العقل الأشياء بطريقة مغايرة فجأة. وفي ٢٠٠٣، أجرى العلماء مسحًا تصويريًا على أمخاخ الناس بينما كانوا يحلون اختبارات الذكاء، ورأوا جزءًا من المخ يلتمع كالشرارة متى فكوا غموض مشكلة ما.



طنبور أرخميدس

وأنت تدير الطنبور، يلف مجراه اللولبي بشكل حلزوني إلى أعلى ويرفع المياه معه.



بيّن أرخميدس أنه كلما طالت الرافعة، زادت القوة الدافعة التي تستطيع أن تولّدها. فقال:



نيوتن والتفاحة



إنها قصة قديمة شهيرة: فذات يوم من عام ١٦٦٦م، كان نيوتن في حديقته عندما سقطت تفاحة على رأسه. وفجأة، أدرك ما جعلها تسقط. لقد اكتشف الجاذبية! في الحقيقة، طبعًا، لم يحدث الأمر على هذا النحو بالضبط...

إلى البيت لقضاء العطلة

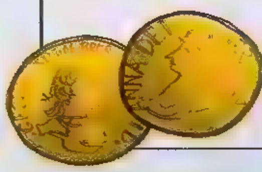
كان «إسحاق نيوتن» يدرس الرياضيات والفيزياء والفلك بجامعة كامبريدج. وفي عام ١٦٦٥م، اضطرت الجامعة لإغلاق أبوابها بسبب مرض مميت يُسمى الطاعون، لذا عاد نيوتن إلى منزله، إلى لنكولنشاير، وقضى وقته يفكر في المشاكل العلمية.

روى نيوتن فيما بعد إنه كان قد رأى تفاحة تسقط في الحديقة، ودفعه ذلك إلى التفكير في الجاذبية. وبالطبع، لم يكن هو أول من يلاحظ قوة شد الجاذبية. فقد كان الجميع يعلمون أن الأجسام تسقط على الأرض. لكن نيوتن تساءل كيف تعمل قوة الشد هذه، وإلى أي مدى كانت تصل بعيدًا عن سطح الأرض. فهل يمكن أن تصل بعيدًا حتى القمر، أو ما هو أبعد؟

عقل عبقري

درس نيوتن تخصصات علمية كثيرة من بينها الفيزياء والرياضيات والبصريات والفلك، وعلى الأخص إنتاج كوپرنيكوس وجاليليو (انظر صفحة ٢٠). كان يمكن لنيوتن أن يُعْمِل مخه العبقري في أنواع مختلفة من المشاكل ويهتدي إلى طرق جديدة مدهشة لرؤيتها وفهمها.

وبالإضافة إلى ذلك أصبح عضوًا في البرلمان. وكان أيضا رئيس الدار الملكية لصك العملة، أي كان مسئولاً عن صنع العملات الجديدة في إنجلترا.

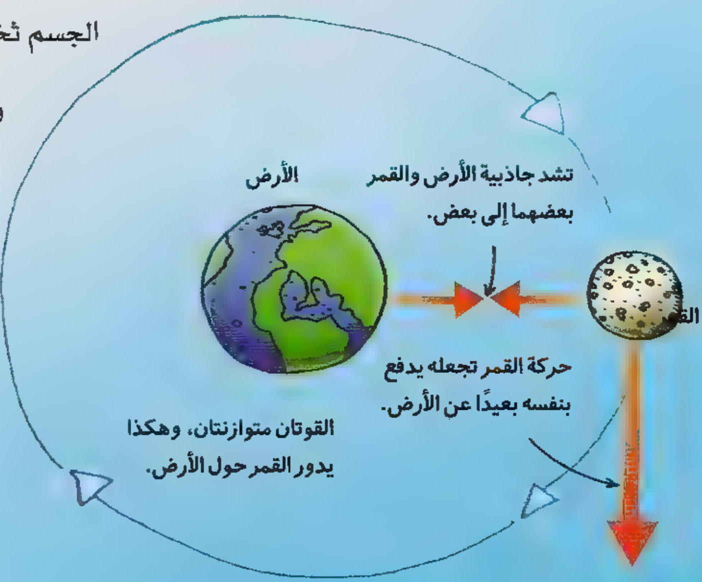


الجاذبية والكواكب والمدارات

تفتّق ذهن نيوتن عن نظرية جديدة حول الجاذبية. فرجّح أنها لم تكن مجرد قوة شد من الأرض. لقد أدرك أن كل الأجسام تشد الأجسام الأخرى ناحيتها. وكلما كان الجسم ثخينًا (أي غليظًا وكبيرًا)، كانت قوة جاذبيته أكبر.

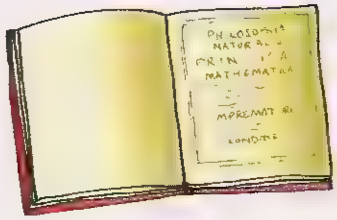
ويفسر لنا هذا لماذا يدور القمر حول الأرض، وتدور الأرض حول الشمس. فحركتها المتقدمة للأمام تعني أنه من المفترض أن تُفلِت وتهوي في الفضاء، لكن قوة شد الجاذبية السارية بينهما تمسك بزمامهما داخل المدار.

فهم نيوتن كيف تجعل الجاذبية الأجسام تدور حول بعضها في مدارات في الفضاء.



كتاب كُلُّه أفكار

كتاب المبادئ لنيوتن



لاحقاً، عاد نيوتن إلى العمل في كامبريدج. وعبر السنوات، طور أفكارًا علمية جديدة كثيرة. وطلب منه الفلكي «إدموند هالي» أن يدوِّنها في كتاب، وعرض أن يدفع من جيبه على نشره. وهكذا، في عام ١٦٨٧م، ظهر كتاب المبادئ الرياضياتية للفلسفة الطبيعية. والكتاب، الذي يعرف الآن اختصارًا باسم «برينسيبيا» أو المبادئ، هو أحد أهم الكتب في تاريخ العلم.



مزاج عكر

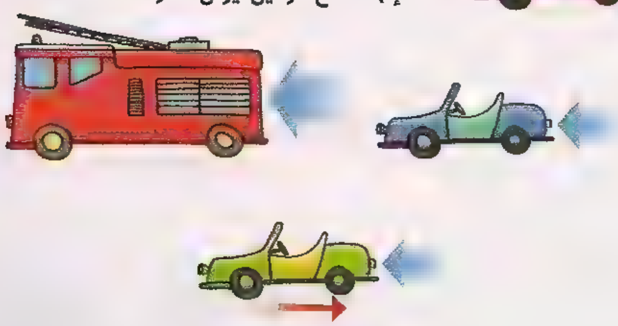
كان نيوتن مشهورًا بسرعة الغضب والغلظة وصعوبة المراس. كان دائمًا مشغولاً للغاية بالتفكير في عمله لدرجة أنه كان من عادته أن يتجاهل الناس ويشرد ويعود إلى مكتبه. وقد دخل في عدة مشادات عاصفة مع زملائه العلماء، ومن بينهم «روبرت هوك» (انظر صفحة ٦٠).

ثلاثة قوانين للحركة

إلى جانب اكتشافات وأفكار نيوتن الرياضياتية المهمة حول الجاذبية، نصّ كتاب المبادئ على قوانين ثلاث للحركة:

عندما تدفع السيارات اللعبة، فإنها تخضع لقوانين نيوتن للحركة.





١. يبقى الجسم ساكنًا أو متحركًا ما لم تؤثر عليه قوة تغير هذه الحالة.

٢. كلما زادت ثخانة جسم، زادت القوة المطلوبة لجعله يتسارع أو يتباطأ.

٣. لكل فعل رد فعل مساوٍ له في المقدار ومضاد له في الاتجاه. وهكذا، فإنك إذا دفعت جسمًا، ستشعر بأنه يدفعك بالمثل.

تغيير العالم

كان إنتاج نيوتن عظيم الأهمية؛ لأن ما من أحد قبله كان قد فهم الجاذبية، أو طُرق شد وجذب القوى للأجسام، فهمًا حقيقيًا.

وفي القرن العشرين، توصل آينشتاين وآخرون إلى أن نظريات نيوتن لا تنطبق دائمًا على كل شيء (انظر صفحة ٣٦). لكن العلماء والمهندسين اليوم يعتمدون على قوانينه في توقع الطريقة التي ستتحرك وتتصرف بها الأجسام.

يستخدم علماء الصواريخ (أو مهندسو المركبات الفضائية) قوانين نيوتن لتخطيط مسار صاروخ عبر الفضاء.





البرق هو نوع من الشرر تسببه كهرباء ساكنة متراكمة (متجمّعة) في الغيوم الرعدية. وكان أبناء بعض الشعوب القديمة يظنون أنه علامة على أن آلهتهم غاضبة.

الكهرباء

لقد غيَّرت الكهرباء حياتنا تمامًا. تخيل إذا لم يكن لدينا تليفزيون ولا حاسوب ولا مصابيح كهربية ولا هواتف محمولة ولا بريد إلكتروني. بالطبع، لم يخترع أحد الكهرباء، فهي موجودة دائمًا في الطبيعة. ولكن استغرق العلماء قرونًا قبل أن يتبينوا كيف يستخدمونها.

الكهرمان الكهربى

إذا دلَّكت بمشط بلاستيكي شيئًا مصنوعًا من الصوف، ستُكسِب المشط «شحنة» كهربية ساكنة خفيفة يمكنها أن تجذب الأشياء الصغيرة، مثل قصاقيص الورق. عرف الإغريق هذا. ووصف «طاليس»، الذي عاش حوالي عام ٦٠٠ ق.م. كيف يمكن لقطعة كهرمان، عند حكها بفراء قطة، أن تشد الأجسام الضئيلة ناحيتها وتطلق شررًا.

وفي القرن السادس عشر، بدأ الناس يدرسون هذا من جديد، ومن بينهم طبيب الملكة إليزابيث الأولى، «ويليام جيلبرت». ووجد أن بإمكانه جعل مواد أخرى، مثل (اليشم أو الكهرمان الأسود وهو من الأحجار الكريمة) والزجاج، تفعل الشيء نفسه. وفي ١٦٠٠، استخدم جيلبرت مصطلح «إلكتريكوس» – المشتق من إلكترون، وهي الكلمة اليونانية التي تعني كهرمان – لوصف ما كان يحدث. وكذلك فإن كلمة «كهرمان» هي مصدر كلمة «كهرباء» بالعربية.

ساكنة أم سارية؟

عندما تتجمع شحنة كهربية داخل جسم، تُسمى كهرباء ستاتيكية. وأحيانا، قد يتسبب تراكم الكهرباء الستاتيكية في مرور الشرر إلى جسم آخر. وهذا هو ما يسبب البرق، والصعقات الخفيفة التي يمكن أن تصيبك من عربات التسوق الحديدية في السوبر ماركت.



وعندما تسري الكهرباء بطول سلك أو عبر مادة نوعية، تُعرف بالتيار الكهربي.



شحنة طاقة داخل زجاجة

في أوائل القرن الثامن عشر، ابتكر المخترعون أجهزة عديدة لإنتاج الشحنة الكهربية. ولكنهم لم يستطيعوا الحفاظ على الكهرباء أو التحكم فيها. ثم اخترع «بيتر ڤان موشنبروك» شيئًا يسمى قارورة «ليدن»، يمكنها الاحتفاظ بشحنة كهربية مخزنة داخلها.



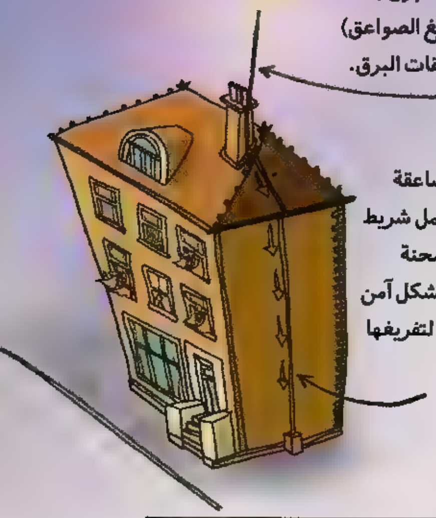
وفي ١٧٤٦، عرض الفيزيائي «چان-أنطوان نوليه» قارورة «ليدن» على لويس الخامس عشر ملك فرنسا. وأطلق مخزون الكهرباء الموجود في القارورة ليسري في صف من الحرس الملكي، متشابكي الأيدي. وسرت فيهم جميعًا صدمة كهربية.



تجربة فرانكلين العظيمة (الحمقاء)

في عام ١٧٥٢م، نفّذ كاتب ومخترع أمريكي كبير اسمه «بنيامين فرانكلين» تجربة لتوضيح أن البرق كان عبارة عن كهرباء. فطيّر طيّارة أثناء هبوب عاصفة، يتدلى في طرف خيطها مفتاح. سرت الكهرباء القادمة من السحب عبر الخيط المبلول ووصلت إلى المفتاح. وجد فرانكلين أن بإمكانه الحصول على شرر يومض من المفتاح.

لا تحاول تجربة ذلك بنفسك. فقد كانت تجربة الطيارة خطرة للغاية، ومات أناس كثيرون وهم يحاولون تكرارها. لكن فرانكلين اكتشف الكثير بخصوص كيفية سريان الكهرباء عبر الأشياء الموصلة أو الحاملة لها.



اخترع فرانكلين موصّل البرق (مانعة الصواعق أو موصل تفريغ الصواعق) لحماية المنازل من صعقات البرق.

إذا نزلت صاعقة البرق، يحمل شريط معدني الشحنة الكهربية بشكل آمن إلى الأرض لتفريغها في التربة.

أرجل الضفدعة تـقفز

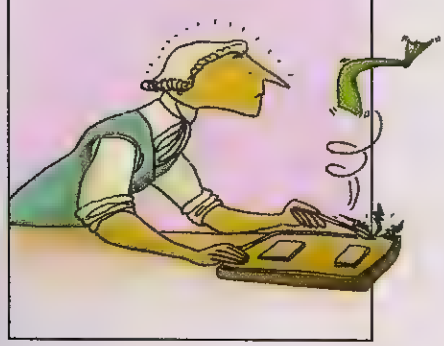
في عقد ١٧٨٠، توصل عالم الأحياء الإيطالي «لويجي جالڤاني» إلى أن إعمال الشحنة الكهربية في أرجل الضفادع الميتة يجعلها تنط. ومع ذلك، فذات يوم، قفزت رِجْل ضفدعة وحدها دون أن يستخدم الكهرباء. كان قد لمسها فقط بسكينة.

ظن جالڤاني أن الرِّجْل تحتوي حتمًا على مصدر طاقتها الكهربية الخاص بها. لكن زميله «أليساندرو ڤولتا» اعترض. فقد اعتقد أن الكهرباء سرت لأن فلزين، أي معدنين مختلفين (السكينة والصينية المعدنية التي وضعت الرجل فوقها) اتصلا ببعضهما من خلال عضلة الضفدعة الرطبة.

الأرجل الكهربية

لعلك ما زلت تتساءل لماذا جعلت الكهرباء أرجل الضفادع تقفز.

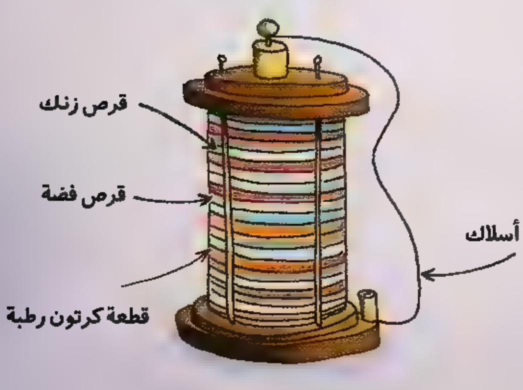
في الحقيقة، وكما اكتشف جالفاني، تستخدم الكائنات الحية الكهرباء بالفعل داخل أجسامها. فالمخ والأعصاب تستخدم إشارات كهربية لتوصيل رسائل عبر الجسم. وعندما كانت الكهرباء تسري داخل عضلة ساق الضفدعة– حتى بعد أن كانت قد ماتت– أطلقت إشارة للعضلة جعلتها تتحرك.



البطارية الأولى

أجرى ڤولتا تجارب باستخدام فلزين لتوليد كهرباء. وفي عام ١٨٠٠م، بنى ركامًا من أقراص الزنك وأقراص الفضة وقطع الكرتون المنقوعة في الماء المالح. وعندما وصّل قمة وقاعدة الكومة بسلك، سرت فيه الكهرباء! كان هذا «المَرْكَم الڤولتي» هو أول بطارية (أيْ مُدَّخِرة كهربية). داخل البطارية، ينتج تيارٌ من الكهرباء عن طريق تفاعل كيميائي بين فلزين وسائلٍ!

نسخة مبكرة من المركم الفولتي الذي ابتكره فولتا



الشعور بالحرارة

يعرف الجميع كيف يكون الشعور بالحرارة. ولكن هل تعلم ما هي الحرارة حقًّا، وكيف تعمل؟ أخذت هذه العقدة قرونًا طويلة لحلها من مفكرين عظماء كثيرين.

الترمومترات الأولى

لقد عرف الناس منذ زمن طويل أنه عندما يسخن الهواء والماء ومواد أخرى، فإنها تتمدد، أو تشغل حيزًا أكبر. وفي حوالي عام ١٦٠٠م، استغل العلماء هذه المعرفة لصنع الترمومترات (موازين الحرارة) البسيطة الأولى، أو الترموسكوبات (مقاييس الحرارة). لقد استخدموا الهواء المتمدد في جعل منسوب الماء داخل أنبوب يرتفع وينخفض، مُبيِّنًا التغييرات الطارئة على درجة الحرارة.

أما أول ترمومتر حقيقي، مزود بمقياس مدرَّج، فقد صنعه طبيب إيطالي، هو «سانتوريو سانتوريو»، في حوالي عام ١٦١٢م. وفي عام ١٦٤١م، صنع «فرديناند» دوق توسكانيا الأكبر ترمومترًا من أنبوب زجاجي مسدود، به سائل (كحول) من الداخل. وفي ١٦٦٤، استخدم الباحث التجريبي «روبرت هوك» نقطة تجمد الماء كنقطة الانطلاق على مقياس درجة الحرارة في ترمومتره.

وفي عقد ١٧٠٠، اخترع «دانييل فهرنهايت» ترمومترًا يعمل بالزئبق ومدرجًا لقياس الحرارة، سُمِّي على اسمه. وابتكر الفلكي السويدي «أوندرز سيلزيوس» المدرج السيلزيوسي (المئوي)، ذي المئة درجة بين التجمد والغليان.

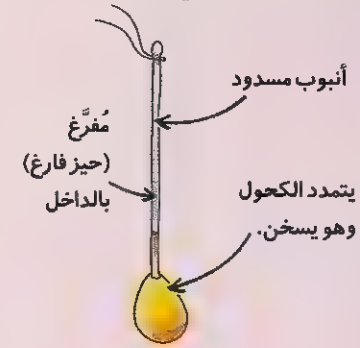
ولكن ما الحرارة؟

ولكن ظل الكل يجهل ما هي الحرارة حقًّا. ظن كثير من الناس أن ما سبَّبها هو مادة معينة فعلية، اسمها «كالوريك» (السَّيَال). فظنوا أن هذا السائل الغامض يتدفق من الأشياء الساخنة إلى الأشياء الأقل سخونة – وهو ما فسر لماذا تُدفئ الأجسام الساخنة الأشياء الأبرد من حولها.

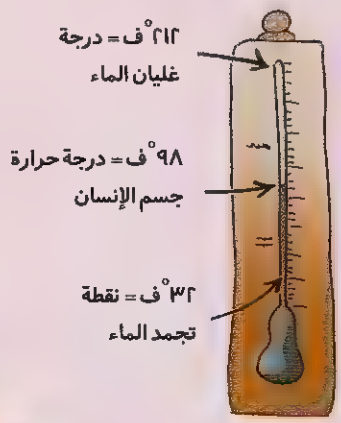
صنع المفكران والمخترعان الإيطاليان جاليليو وسانتوريو ترموسكوبات مثل هذه في حوالي ١٦١٠م.



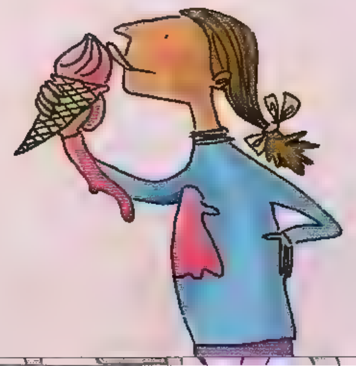
كان ترمومتر (محرار) دوق توسكانيا الأكبر العائد لسنة ١٦٤١ أول ترمومتر يستخدم سائلاً متمددًا، بدلاً من الهواء، في أنبوب مغلق.



في ١٧٢٤، صنع المهندس الألماني دانييل فهرنهايت أول ترمومتر يحتوي على الزئبق، وهو فلز سائل. كما اخترع مقياسا لدرجة الحرارة – الفهرنهايت (ف).



تبلغ درجة الحرارة في يوم حار ومشمس جدًا حوالي ٣٠–٤٠° س (سيلزيوسية). وتساوي ٨٦–١٤٠° ف.



الحرارة طاقة!

من بعض النواحي، كانت نظرية الكالوريك (أو السِّيَال الحراري) تفتقر إلى الكثير من المنطق. وفي عام ١٧٩٨م، وصف المخترع الأمريكي المولد «بنيامين طومسون» كيف أنه عندما برم ثقبًا في أسطوانة معدنية، اشتدت سخونة الأسطوانة لدرجة أنه تمكّن من غلي الماء. ولكن قبل التجربة، كان المثقاب (البريمة) والأسطوانة والماء كلها باردة. ورأى طومسون أن الحرارة لم «تَسْرِ» من أي شيء ساخن. وإنما ولّدها الاحتكاك – حركة البريمة عند تلامسها مع المعدن.

وبعد قرون قليلة، في عقد ١٨٤٠، اتفق الفيزيائي الإنجليزي «چيمس بريسكوت چول» مع طومسون. وأظهر أن تدوير الساقية في المياه يرفع حرارة المياه، وأن سريان الكهرباء عبر سلك يجعل السلك أسخن.

إن الحرارة، كما قال چول، هي مجرد شكل من أشكال الطاقة – مثل الحركة والكهرباء والصوت وما إلى ذلك. ويمكن للطاقة أن تتحول من شكل إلى آخر – رغم أن مقدار الطاقة الكلي يبقى كما هو. على سبيل المثال:

الاحتكاك (الذي يسببه حك الأشياء معًا) يحول الطاقة الحركية إلى طاقة حرارية.



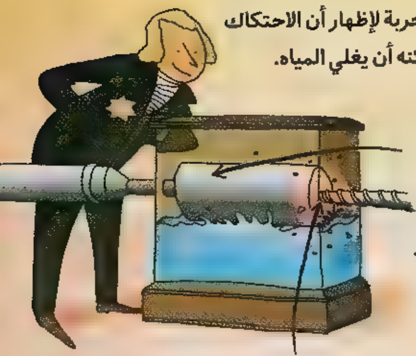
حرق الخشب أو الفحم يحول الطاقة الكيميائية المخزونة في الحطب إلى طاقة حرارية.



الجزيئات المتحركة

إذن ما الذي يحدث للمواد عندما تسخن؟ حلت فكرة جديدة، هي النظرية الحركية، محل «الكالورية» («السيالية»). وفي ١٧٣٤، تَوصَّل «دانييل برنولي» إلى إن ضغط الغازات كانت تسببه الجسيمات الموجودة في الغاز وهي تتطاير في كل اتجاه وتصطدم بجدران وعائها. عرف العلماء أن الحرارة تجعل الغاز يتمدد، مما يزيد ضغطه. لذا لابد أن الحرارة تجعل الجزيئات تتحرك أسرع وتصطدم بقوة أكبر. وفي عقد ١٨٦٠، استخدم العالم الأسكتلندي «چيمس كليرك ماكسويل» التجارب لإظهار أن النظرية الحركية فيها منطق – وما زلنا نستخدمها إلى اليوم.

استخدم طومسون هذه التجربة لإظهار أن الاحتكاك يمكنه أن يغلي المياه.

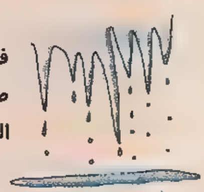


وبينما كان يثقب قطعة المعدن، كان الماء يصبح أدفأ ويغلي في النهاية.

النظرية الحركية

تقول النظرية الحركية إنه عندما تصبح مادة من المواد أسخن، تتحرك جزيئاتها أسرع. في الحقيقة، يفسر هذا لماذا تتغير حالة الأشياء بين صلبة أو سائلة أو غازية. ومع تحرك الجزيئات أسرع، فإنها تنفصل عن بعضها البعض بسهولة أكبر.

فمع ارتفاع حرارة جسم صلب، فإنه ينصهر في النهاية ويصبح سائلاً.



ومع ارتفاع حرارة سائل، فإن الجزيئات تنفلت في النهاية في الهواء وتصبح غازًا.



تنتقل الحرارة بين المواد التي تلامس بعضها البعض لأن جزيئاتها تتصادم بعضها ضد بعض.



عندما يسخن الماء في طاسة، تمرِّر جزيئات الطاسة طاقتها إلى جزيئات الماء.



الكهرومغناطيسية

منذ زمن طويل، لاحظ الملاحون في البحار أنه أثناء العواصف وعند نزول صواعق البرق بالقرب منهم، كان من شأن هذا أن يجعل إبر بوصلاتهم تنحرف، كما لو كان شدها مغناطيس. وفي الحقيقة، فإن الكهرباء التي يتكون منها البرق والمغناطيسية على علاقة وثيقة.

تحديد الصلة

في أوائل القرن التاسع عشر، كانت الكهرباء السارية اكتشافًا حديثًا. وكان العديد من المفكرين قد تساءلوا ما إذا كانت ذات صلة بالمغناطيس، ولكن كان هذا يصعب إثباته. ثم، في عام ١٨٢٠م، وجد الفيزيائي الدانماركي «هانز كريستيان أورستد» أنه لو وضع بوصلة قريبًا من سلك تسري به كهرباء، فإن إبرة البوصلة المغناطيسية تتحرك. وحيث وُجِد تيار كهربي، كانت هناك قوة مغناطيسية كذلك.

حقول فاراداى

انتشرت أخبار النتائج التي توصل إليها أورستد، وحاول أشخاص كثيرون إجراء المزيد من التجارب على الكهرباء والمغانط.

وفي عام ١٨٢١م، جعل الفيزيائي الإنجليزي «مايكل فاراداي» إبرة تدور حول مغناطيس عن طريق تسرية تيار كهربي فيها. ولاحقًا، في عام ١٨٣١م، وجد أن نفس العملية كانت تنجح عكسيًّا. فقد أمكنه أن يولّد تيارًا كهربيًّا عن طريق تحريك مغناطيس وسط ملف من الأسلاك.

رجّح فاراداي أن الكهرباء والمغناطيس كانت لكليهما «مجال» (أو «حقل») — وهي منطقة القوة التي تمتد حول سلك كهربي أو مغناطيس. وكان هذان المجالان يؤثران في بعضهما البعض؛ فكان المجال الكهربي المتغير يُنشئ مجالاً مغناطيسيًّا، والعكس صحيح.

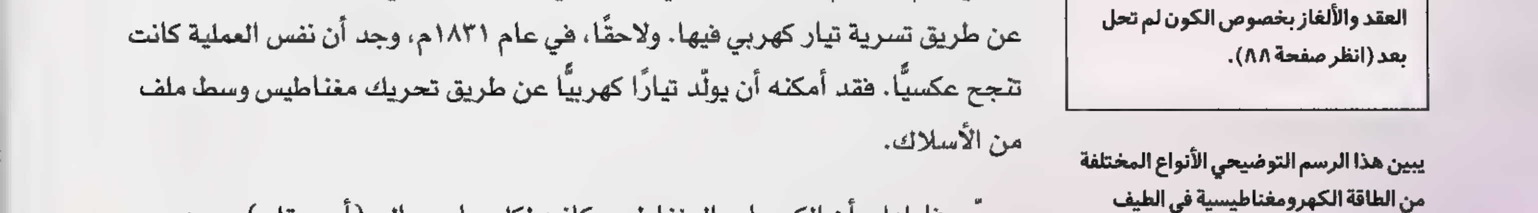
ولكن ما هي الكهرومغناطيسية؟

الكهرباء والمغناطيسية يسببهما شيء يسمى الشحنة. فالجسيمات شديدة الضآلة التي تتكون منها الذرات قد تكون ذات شحنة موجبة (+) أو سالبة (−). وتشد الجسيمات موجبة الشحنة وسالبة الشحنة بعضها البعض.



ولكن ما الذي يجعل هذا يحدث، وكيف يمكن لقوة الجذب أن تمتد عبر الحيز الفارغ؟ والحقيقة أن العلماء لا يزالون غير متأكدين تمامًا. فهناك الكثير من العقد والألغاز بخصوص الكون لم تحل بعد (انظر صفحة ٨٨).

يبين هذا الرسم التوضيحي الأنواع المختلفة من الطاقة الكهرومغناطيسية في الطيف الكهرومغناطيسي. ويكمن الفرق بينها في أن للموجات الكهرومغناطيسية أطوال مختلفة. وكلما كانت الموجة أقصر، زادت الطاقة التي تحملها الموجة.



أشعة جاما ذات موجات كهرومغناطيسية قصيرة جدًّا – أقصر من اتساع ذرة. وهي ضارة بالكائنات الحية.

أشعة إكس (الأشعة السينية) ذات طول موجي قصير. ويمكنها أن تمر من بعض المواد دون غيرها.

الضوء فوق البنفسجي هو ضوء قصير الموجة. لا يمكننا أن نراه، لكن الضوء فوق البنفسجي المنبعث من الشمس يمكنه أن يدمِّر بشرتنا.

الضوء الذي يمكننا رؤيته عبارة عن إشعاع كهرومغناطيسي كذلك. والألوان المختلفة هي نتيجة اختلاف الأطوال الموجية اختلافًا طفيفًا.



چيمس كليرك ماكسويل ليس مشهورًا، ولكن يعتقد علماء كثيرون أن أهميته في نَفْس أهمية المكتشفين العظام أمثال نيوتن وآينشتاين.

حسابات ماكسويل الرياضياتية

بعد وفاة فاراداي في عام ١٨٦٧م، بدأ الرياضياتيّ (عالم الرياضيات) «چيمس كليرك ماكسويل» في دراسة المجالات الكهربية والمغناطيسية. واكتشف قواعد رياضياتية للكيفية التي كانت تتصرف بها هذه المجالات وتؤثر على بعضها البعض. ولقد توصل إلى أنهما كانا وثيقي الترابط، فلم يوجد أحدهما قَطّ بدون الآخر – ويمكن النظر إليهما كقوة واحدة. واستُعمِلَت كلمة «كهرومغناطيسي» لوصف هذا الشكل من الطاقة.

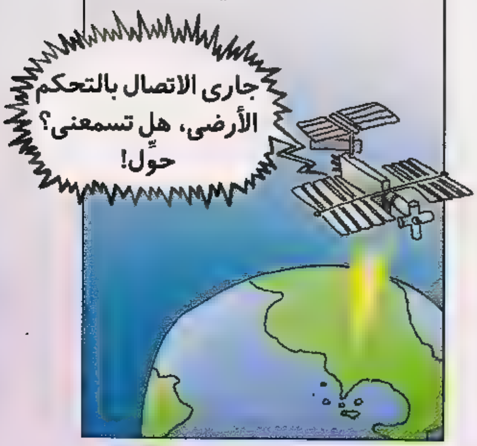
أمواج كهرومغناطيسية

في عقد ١٨٦٠، كان فاراداي قد تساءل إنْ كانت «النبضات» («الذبذبات») الموجودة في المجالات الكهربية والمغناطيسية يمكنها أن تنتشر في المكان. ووجد ماكسويل أن هذا كان صحيحًا. إذ يمكن للطاقة الكهرومغناطيسية أن تنتقل في شكل ذبذبات، أو موجات، تسبب الاضطراب في المجال الكهرومغناطيسي – تمامًا كما تسبب موجة تتحرك في البحر اختلاج (اضطراب) الماء.

أطلق ماكسويل على هذه الظاهرة الإشعاع الكهرومغناطيسي. وعندما حسب مدى سرعة انتقاله، وجد أنها كان تساوي سرعة الضوء. ففهم أن الضوء نوع من الموجات الكهرومغناطيسية – وأن غيره موجود حتمًا.

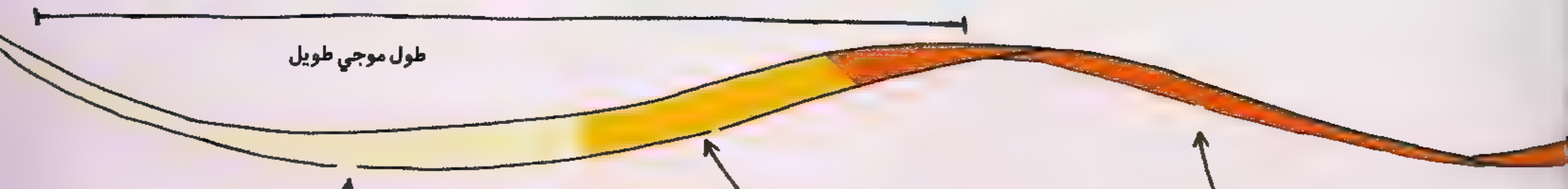
السفر في الفضاء

تستطيع الموجات الكهرومغناطيسية أن تنتقل في الهواء، وفي مواد مثل الخشب والزجاج. ولكنها تستطيع أيضًا أن تنتقل عبر الفضاء الفارغ، حيث ينعدم وجود شيء تتحرك من خلاله. ولهذا، يمكننا استخدام الراديو للاتصال برواد الفضاء وهم في الفضاء، والتليسكوبات الراديوية لرصد الإشعاع الكهرومغناطيسي الذي تصدره الأجرام البعيدة في الفضاء.



الطيف الكهرومغناطيسى

مات ماكسويل في ١٨٧٩، عن عمر يناهز ٤٨ عامًا. وبعدها بقليل، اكتشف علماء آخرون أنواعًا جديدة من الإشعاع الكهرومغناطيسي، ذات موجات مختلفة الأطوال، مثل موجات الراديو والأشعة السينية. ويعرف النطاق الكامل للإشعاع الكهرومغناطيسي بالطيف الكهرومغناطيسي.



الأشعة تحت الحمراء هي ضوء طويل الموجة. وتصدرها الأجسام الساخنة، ونشعر بها في صورة حرارة. لا نستطيع أن نراها، ولكن لدينا آلات تصوير (كاميرات) تستطيع ذلك.

الموجات الدقيقة أو الصغرى (الميكروويف) هي نوع من موجات الراديو. وهي قد تبدو صغيرة، ولكنها موجات كهرومغناطيسية طويلة إلى حد ما.

موجات الراديو هي موجات كهرومغناطيسية طويلة جدًا – فكل موجة يمكن أن يبلغ طولها عدة كيلومترات. ونحن نستخدمها لنقل الإشارات والرسائل لمسافات طويلة.

آينشتاين

العبقري ألماني المولد «ألبرت آينشتاين» هو أحد أشهر العلماء في جميع العصور، كما أنه أيضًا أصعبهم على الفهم. وقد اهتدى عقله الفذ إلى طرق جديدة مدهشة لفهم الكون. ولكن يصعب أن يستوعبها عقلك!

آينشتاين سنة ١٩٥١، عندما كان في الثانية والسبعين



في أواخر حياته، حين كان مشهورًا جدًا، كان لآينشتاين مظهر مبهدل وكان ذا شعر أشيب منكوش. إن التصوير النمطي السائد لشخصية العالم المجنون مستوحى منه بشكل كبير.

النشأة

كما هو معروف، أدّى آينشتاين أداءً سيئًا في المدرسة. ولكنه عندما كان صبيًا في عقد ١٨٨٠، كان شديد الاهتمام بالعلم. كان أبوه وعمه كهربائيين، وكان هو شغوفًا بالكهرباء. وعندما أهداه أبوه بوصلة، بهره ذلك أيضًا، إذ كيف جعلت المغناطيسية الإبرة تتجه إلى الشمال؟

وفي عمر ٢٣، بدأ آينشتاين العمل في مكتب براءات اختراع حيث تسجَّل الاختراعات في برن، بسويسرا. كانت مهنة متواضعة، ولكنها منحته الوقت للتفكير في المسائل العلمية التي حيّرته. وكانت أسئلة كبرى عن طبيعة الكهرومغناطيسية والزمان والمكان والطاقة والمادة ذلك «المحتوى» الذي تتكوّن منه الأشياء. وكان هدفه هو التوصل إلى مجموعة من القواعد التي تربط بين كل هذه الأشياء.

الضوء والكهرومغناطيسية

تحدَّث آينشتاين عن الضوء وسرعته، ولكن كلامه ينطبق بالمثل على أيّ موجة كهرومغناطيسية (انظر صفحة ٣٥). فالضوء نوع من الطاقة الكهرومغناطيسية مثل موجات الراديو وأشعة جاما والأشعة السينية. وتنتقل كل الموجات الكهرومغناطيسية بنفس السرعة الثابتة، التي أسماها آينشتاين «ث».

سرعة الضوء

في ١٦٨٧، كان إسحاق نيوتن قد صاغ قانونه للحركة (انظر صفحة ٢٩) على أساس أن الزمن يَطَّرد (يمر بإيقاع ثابت)، وأن المكان مستقر. فالزمان والمكان لا يعوجّا أو يتمددا أو يتغيرا.

لكن آينشتاين لم يوافق. وكان علماء آخرون قد بيَّنوا أن سرعة الضوء لا تتغير، حتى لو جاء من مصدر ضوئي متحرك. وقرّر آينشتاين أن سرعة الضوء هي التي كانت ثابتة، أو مستقرة، ومنحها اسمًا – «C» أو «Constant» («ث» ثبوت). ووفقًا لحساباته، كان هذا يعني أن الزمان والمكان والمادة لم تكن ثابتة – بل كانت كلها «نسبية» في علاقتها ببعضها.

تساءل آينشتاين عما كان سيحدث إذا أمكنك ركوب موجة ضوئية، والسفر بسرعة الضوء. وقد اعتقد أنه مهما كانت سرعتك في السفر، فالضوء لن يبدو ساكنًا أو ثابتًا أبدًا.





أحد الأمثلة التوضيحية الواردة في نظرية النسبية العامة يتخيل توأمين. يبقى أحدهما على الأرض بينما ينطلق الآخر في أرجاء الفضاء بسرعة تكاد تساوي سرعة الضوء. وعندما يلتقيان مرة أخرى، سيكون التوأم رائد الفضاء أصغر سنًا، حيث إن الزمن مضى أبطأ بالنسبة له.

النسبية

كشف آينشتاين أفكاره للعالم في أوراق بحثية عديدة نشرت عام ١٩٠٥. وكان من بينها مقاله «نظرية النسبية الخاصة». وهي تنص على عدم وجود شيء يُسمى مكان واحد ثابت أو نقطة واحدة ثابتة أو زمن واحد ثابت في الكون. والصواب أننا نستطيع أن نقيس الأشياء بناء على علاقتها بالأشياء الأخرى، والأشياء تتغير بناء على علاقة نسبية مع بعضها البعض. على سبيل المثال، قال آينشتاين إنه إذا تحرك جسم بسرعة شديدة بالنسبة لآخر، فإن الزمن سيمر بمعدَّلين مختلفين عند الجسمين.

يبدو هذا مضحكًا، وقد هَزأ الناس بآينشتاين لأنه لم يُجْرِ أي تجارب لإثبات ذلك. ولكن عندما قام علماء آخرون بذلك، وجدوا أنه كان محقًّا.

ط = م ث^{٢} ($E=MC^2$)

رأى آينشتاين أيضًا أن الطاقة والمادة شكلان مختلفان للشيء نفسه، ويمكن تغييرهما بالتبادل (أيّ تغيير هذه إلى تلك). وتخص معادلته الشهيرة ط = م ث^{٢} هذا الأمر. وهي تعني أن الطاقة (ط) في المادة مساوية لمقدار المادة (م)، مضروبة في مربع سرعة الضوء (ث؛ الثابت – ويعني مربع القيمة أنها مضروبة في نفسها).

ويعني هذا أنه حتى المقدار الزهيد من المادة يمكن تحويله إلى مقدار ضخم من الطاقة، إذا شُطِرت ذراته. وقادت هذه المعرفة إلى تطوير القنبلة الذرية، وهو ما أَسِف عليه آينشتاين (انظر صفحة ٤٩).

ولكنني لا أفهم شيئًا!

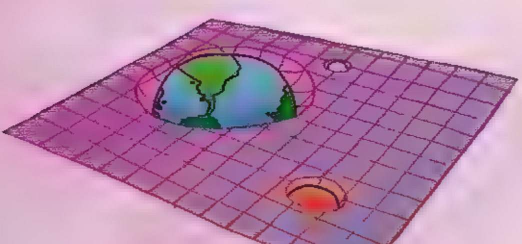
لا تقلق. أفكار آينشتاين يصعب فهمها، حتى على العلماء الآخرين. ويعود هذا بشكل جزئي إلى أن هذه النظريات لا علاقة لها كثيرًا بالحياة اليومية. وفي الحقيقة، رغم أن آينشتاين أثبت أن نيوتن مخطئ، فلا تزال قوانين نيوتن أوقع وأكثر منطقية فيما يتعلق بمعظم القياسات اليومية. إن نظريات آينشتاين مهمة، ولكنها مهمة فقط للمواقف الاستثنائية جدًا.



مشكلة الجاذبية

في عام ١٩١٦م، نشر آينشتاين نظرية جديدة، «النظرية العامة النسبية»، محاولاً أن يشرح الجاذبية. لقد رأى المكان والزمان باعتبارهما شيئًا واحدًا – الزَمَكان. وقال إن الأجسام الثقيلة مثل الكواكب كانت تتسبب في انبعاج الزمكان، بحيث كانت الأجسام الأخرى تنسحب وراءها. واليوم، فإن هذا هو أحد التفسيرات العديدة للجاذبية.

يمكنك أن تتخيل نظرية الجاذبية عند آينشتاين بأن تتصور الزمكان على هيئة مسطح ممطوط عملاق فوقه كواكب ثقيلة. تُحدِث الكواكب حُفَر في المسطح، تتدحرج إليها الأجرام الأخرى.



ما هو الضوء؟

رغم أن الضوء يحيط بنا من كل مكان، فقد تجادل الدارسون عما يكون، وكيف ينتقل ولماذا يتصرف بهذه الطريقة.



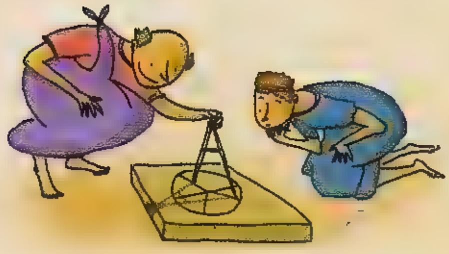
منذ ٢,٥٠٠ سنة

أفكار إغريقية

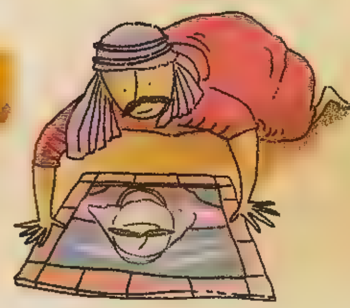
كان لدى الفلاسفة الإغريق أفكار شتى حول الضوء. واعتقد أحدهم، وهو إمپيدوقليس، أن الإلهة أفروديت وضعت شعلات لهب داخل عيني كل إنسان، مما مكّن الناس من الرؤية.



واعتقد فيلسوف آخر، هو بطليموس، أن أشعة الضوء كانت تُسَلَّط من العيون، مما يسمح برؤية الأشياء الواقعة في مسار الأشعة.



قام إقليدس، الخبير في الهندسة، بدراسة المنظور وكان أول شخص يرجّح أن الضوء يتحرك في خطوط مستقيمة.



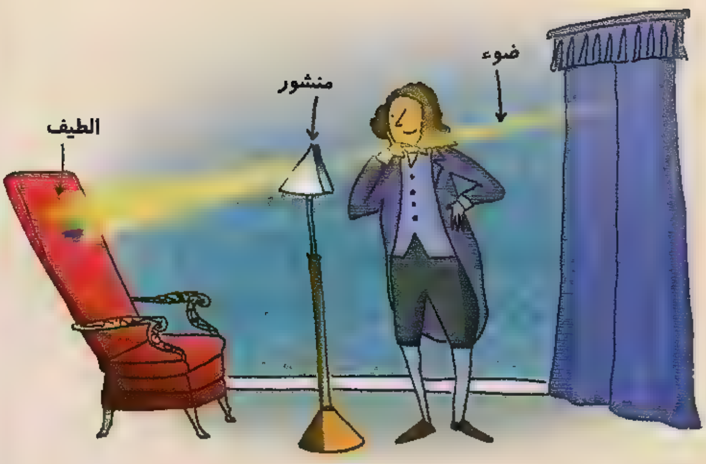
ح.سنة ١٠٠٠م الحسن بن الهيثم

بحث العلامة العربي العظيم، الحسن بن الهيثم، كيف يتصرف الضوء. ورجّح أن الأجسام تعكس الضوء القادم من مصدر مثل الشمس في صورة أشعة، وأنه عند دخول هذه الأشعة العين فإنها تسمح لنا بالرؤية. وقد تخيل كل شعاع على هيئة تيار من جسيمات ضوئية دقيقة تتحرك بسرعة شديدة، واخترع ابن الهيثم أول كاميرا بدائية.

١٦٧٥م تفريق الضوء

ضمن بقية اكتشافاته، أجرى إسحاق نيوتن (انظر صفحة ٢٨) الكثير من التجارب على الضوء. وقد اقتضت أشهرها تسليط الضوء عبر بلورة تسمى المنشور. تفرّق الضوء إلى سبعة ألوان مختلفة – أحمر وبرتقالي وأصفر وأخضر وأزرق ونيلي وبنفسجي. إن الضوء الأبيض مكوّن من كل هذه الألوان.

واعتقد مصمم تجارب إنجليزي آخر، هو «روبرت هوك»، أن الضوء ربما يتحرك في صورة موجات. لكن نيوتن لم يعتقد في هذا، لأن الموج يلتف من حول العوائق (من قبيل الجُزُر في البحر)، لكن الضوء لا يفعل ذلك. والصواب عِنْدَه أن الضوء، كما قال الحسن بن الهيثم، مؤلَّف من قطع صغيرة من المادة.

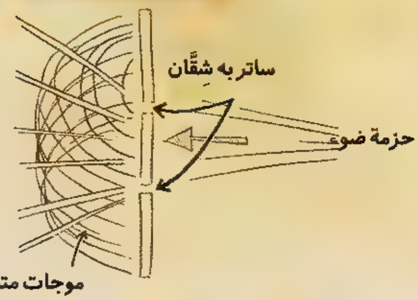


١٦٩٠م ركوب الموجة

كانت لدى فيزيائي هولندي آخر اسمه «كريستيان هاجنز» أفكار أخرى. وقد طوّر نظرية موجية للضوء جديدة ومفصلة. فقال إن الضوء يتحرك على هيئة موجات في خطوط مستقيمة، وأن الموجات الضوئية المختلفة المتجهة في اتجاهات أو مسارات مختلفة تتداخل وتتقاطع.

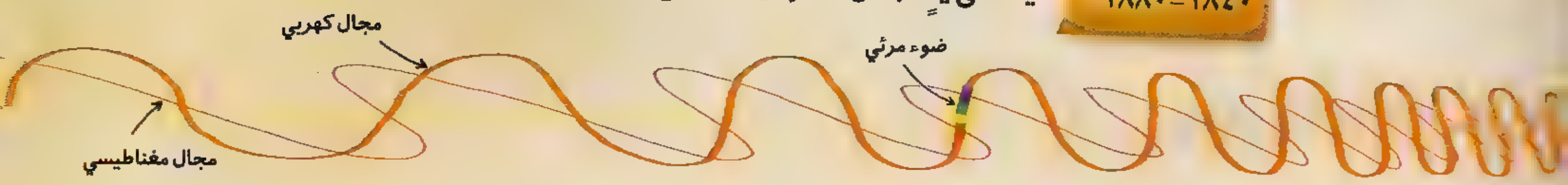


ح. سنة ١٨٠٠م حِزَم نيِّرة



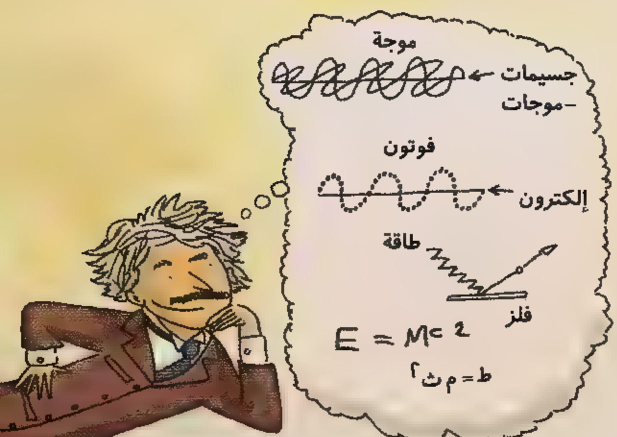
في حوالي عام ١٨٠٠، أجرى مفكر بريطاني، هو «توماس يونج»، بعض التجارب المبنية على نظرية هاجنز. وفي إحداها، استخدم شِقَّين (فتحتين طوليتين) لإنتاج حزمتين من الضوء. فانتشرتا على شكل مروحة ورقية وتداخلت الحزم المتفرعة، كتيَّارين من التموّجات المترقرقة على سطح بركة، وشكّلت تكوينًا نمطيًّا متناظرًا على الساتر. أثبت هذا أن الضوء يمكنه أن يتصرف مثل أمواج الماء.

١٨٤٠-١٨٨٠ يدٌ على يدٍ تجعل الضوء يظهر على حقيقته!



خلال القرن التاسع عشر بحث الكثير من العلماء في الضوء. وفي ١٨٤٧، لاحظ «مايكل فاراداي» أن حزمة الضوء يمكن أن تتأثر بمجال مغناطيسي. وفي ١٨٨٨، درس عالم ألماني، هو «هاينرش هرتز»، موجات الراديو وقارنها بالضوء. وقد أرست هذه التجارب والكثير غيرها حقيقة أن الضوء المرئي هو جزء من شيء يدعوه العلماء الطيف الكهرومغناطيسي – وهو نطاق من موجات طاقة ذات أطوال مختلفة (انظر صفحة ٣٤).

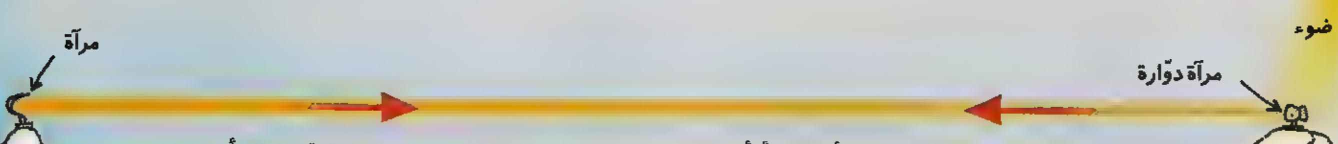
١٩٠٥م آينشتاين والفوتونات



رغم أن النظرية الموجية فسرت أغلب الطرق التي يتصرف بها الضوء، بقيت بضع أشياء حيرت العلماء. وفي ١٩٠٥، حل ألبرت آينشتاين بعض هذه المشاكل بأن رجّح أن للضوء خواص موجية وجسيمية على السواء. فهو أحيانا يتصرف كموجة، وأحيانًا كما لو كان مكوّنًا من جسيمات صغيرة من المادة. وتسمى هذه الجسيمات-الموجات فوتونات، ويمكن تخيلها مثل «عبوات» ضئيلة من الطاقة. لكن العلماء اليوم ما زالوا يتناقشون في كيف يعمل الضوء بالضبط.

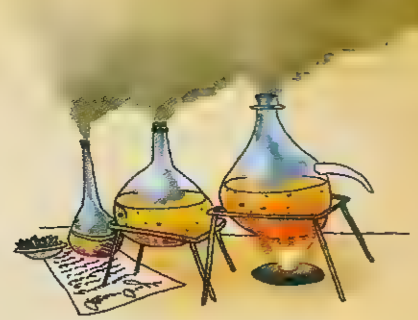
١٩٢٦م سرعة الضوء

حاول علماء كثيرون، مثل جاليليو (في ١٦٣٨) والفيزيائي الدانماركي «أُول رومر» (في ١٦٧٦)، قياس سرعة الضوء. وقد اعتقد البعض أنه يسافر بسرعة بالغة لدرجة أن سرعته ما كانت لتُعرَف قَطّ. وفقط في القرنين التاسع عشر والعشرين أصبحت الساعات دقيقة بما يكفي لوضع الأمر موضع الاختبار. وتوصل فيزيائيان فرنسيان، هما «هيبولايت فيزو» (في ١٨٤٩) و«ليون فوكو» (١٨٦٢)، إلى قياسات دقيقة إلى حد كبير. لكن الإجابة لم تُحسَم حتى عقد ١٩٢٠.



ففي عام ١٩٢٦م، قاس الفيزيائي الأمريكي «أ. أ. مايكلسن» الزمن الذي يستغرقه الضوء لينتقل من قمة جبل إلى أخرى ثم يعود. ومن هنا، حَسَب أن سرعة الضوء تساوي تقريبًا ٣٠٠٠٠٠ كم في الثانية.

من الخيمياء إلى الكيمياء



الكيمياء هو العلم المختص بكيفية سلوك أو تصرف المواد واتحادها وانفصالها. وهي تساعد الناس على صنع جميع أنواع الأشياء التي نستخدمها يوميًّا، كالأدوية ومسحوق الغسيل والشامبو. ولكن هل تعلم أن الكيمياء الحديثة نشأت من عالَم خزعبلي من الطلاسم والتعاويذ، التي عُرِفت باسم الخيمياء أو السيمياء؟

ما هي الخيمياء؟

كان الناس يقومون بأشياء من قبيل تسخين الصخور ليستخرجوا منها معادن مفيدة لأكثر من ٥,٠٠٠ سنة. ولكن منذ زمن طويل، لم يفهم أحد كيف كانت أشياء كهذه تتم. فإذا أمكن أن يَطْلَع معدن نفيس كالذهب (أو التبر) من بعض الأحجار، كما ظنوا، فلعلك تستطيع استخراجه من أي شيء. وأدت هذه الأفكار إلى ممارسة الخيمياء. فأجرى الخيميائيون التجارب على كل المواد في محاولة لصنع شيء قيم.



وتعشَّم آخرون أن يبدعوا دواءً اسمه إكسير الحياة، يشفي من كل داء.



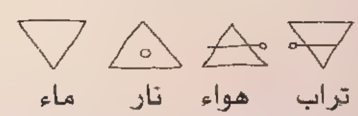
أراد خيميائيون كثيرون أن يستخرجوا الذهب من المعادن «الخسيسة» الأرخص.

كانت الخيمياء شبيهة بالكيمياء، ولكن أقل علمية. فبدلاً من دراسة الحقائق بعناية، ظن خيميائيون كثيرون أن أشياء من قبيل التعاويذ أو الطلاسم أو مواضع النجوم قد تُعِينُهم. وكان الكثير منهم محتالين، يصنعون ذهبًا مغشوشًا وأدوية مغشوشة لبيعها. ومع ذلك فعبر الزمن، قادت بعض تجارب الخيميائيين إلى اختراعات مفيدة، كالحبر والبورسلين والأدوية الفعالة. وأصبح هذا الفرع العملي غير السحري من الخيمياء معروفًا باسم «الكيمياء».

حجر الفلاسفة

أنفق الخيميائيون سنوات كثيرة في البحث عن، أو محاولة توليد، مادة سحرية اسمها حجر الفلاسفة. فقد آمنوا بأن بإمكانها تحويل المعادن الأخرى، مثل الرصاص، إلى ذهب بمجرد لمسها. كما ظن الكثيرون أيضًا أن حجر الفلاسفة يمكنه أن يهب الشخص شبابًا خالدًا أو يجعله يعيش للأبد. ورغم الجهود الكثيرة المبذولة، فلا يبدو أن أحدًا قد وجده...

مثل الإغريق، آمن معظم الخيميائيين بأن كل شيء مكوّن من أربعة عناصر أساسية فقط لا غير: التراب والهواء والنار والماء.



استخدم الخيميائيون رموزًا شبيهة بالشفرة كمختصرات لأسماء العناصر الأربعة ومواد أخرى كثيرة كذلك.

نعلم الآن أن نسبة كبيرة من الخيمياء كانت هراءً، لكن بعض الخيميائيين كانوا شديدي النباهة. فقد كان الفيزيائي العظيم إسحاق نيوتن، مثلاً، خيميائيًّا ثاقب الذهن.





لخلط وتسخين ومعالجة موادهم الكيميائية، ابتكر الخيميائيون أشكالاً كثيرة من الأدوات ما زالت تستخدم اليوم في معامل الكيمياء.

الخيمياء العربية

اختلف مؤرخو العلم حول أصل كلمة كيمياء. فمنهم من ردها إلى الفعل اليوناني chio الذي يفيد السبك والصهر، ومنهم من أعادها إلى كلمتي chem وkmt المصريتين ومعناهما الأرض السوداء، ومنهم من يرى أنها مشتقة من كلمة كمي العربية أي ستر وخفى.

وكان الخيميائيون العرب من بين أول من يُجرون تجارب لائقة مسجلة بعناية. كان واحد من أشهرهم هو «أبو موسى جابر بن حيان»، المعروف في الغرب باسم «جابر»، الذي عاش في حوالي سنة ٨٠٠ م. وقد تعرَّف على كيفية تحضير كيماويات (مواد كيميائية) مفيدة كثيرة، مثل حامض الهيدروكلوريك، وابتكر طرقًا أفضل لصنع الصلب والزجاج. كما قال: «إن واجب المُشتَغِل في الكيمياء هو العمل والتجربة، وإن المعرفة لا تُحصَّل إلا بهما».

الكيميائى المتشكك لصاحبه بويل

كان أحد أشهر الكيميائيين هو «روبرت بويل» الآيرلندي المولد. وقد اكتشف غازات عديدة، ورأى حتمية وجود عناصر شتى. وفي عام ١٦٦٤م، ألَّف كتابا، عنوانه «الكيميائي المتشكك»، حاجج بأن الجوانب الخزعبلية من الخيمياء كانت هُراءً. ومثل جابر، قال بويل إن «الكيميائيين» يجب أن يختبروا الأفكار بالتجارب، وأن يستخدموا نظامًا واضحًا بسيطًا لتسمية المواد الكيميائية.

أصول الكيمياء الحديثة

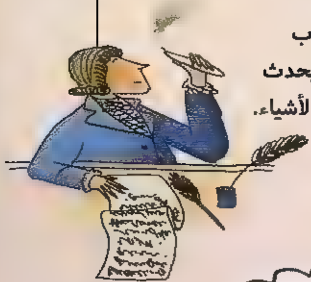
بعد مائة سنة، اتبع الكيميائي الفرنسي «أنطوان لاڤوازييه» هذه الأفكار وغيَّر طريقة ممارسة الكيمياء (انظر أعلى اليسار)، مما مهد الطريق للكيمياء الحديثة. ويطلق على هذه التغيرات في الغالب مصطلح «الثورة الكيميائية».

ثورة لافوازييه

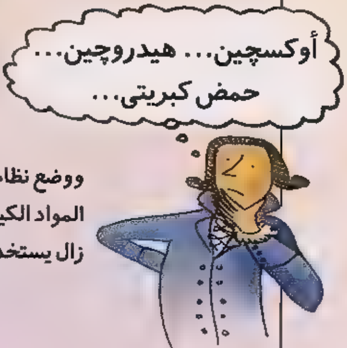
أسس لافوازييه طرقًا جديدة لممارسة التجارب والقياسات الكيميائية.



واكتشف مواد كيميائية وعناصر جديدة كثيرة وأدرجها في قوائم (انظر صفحة ٤٥).



واستخدم التجارب لمعرفة ما الذي يحدث حقًا عند احتراق الأشياء.



ووضع نظام لتسمية المواد الكيماوية ما زال يستخدم اليوم.



وأعلن أن التفاعلات الكيميائية يمكنها أن تغيِّر المواد، ولكنها لا تخلق المادة أو تدمرها (المادة لا تُفنى ولا تُستَحْدث من العدم).

بل إن لافوازييه ساهم في ابتكار النظام المتري للقياس.



قوارير القياس المتري هي منظر مألوف في المختبرات الكيميائية اليوم.

اكتشاف الغازات

ظن الناس أن الهواء مادة مفردة وحيدة نقية، وأنه إحدى أربعة عناصر أساسية فقط. لكن الهواء ليس نقيًّا – فهو مزيج من الغازات. وهناك غازات كثيرة غيرها. ولأن معظم الغازات غير مرئية، فإن اكتشافها ودراستها لم يكن أسهل شيء في الدنيا.



ما هو الغاز؟

في عقد ١٦٤٠، وجد الخيميائي البلجيكي «جان بابتست ڤان هيلمونت» أنه عندما يحرق الفحم النباتي، يتحول الكثير منه إلى مادة غير مرئية أسماها «الروح البريّة» – وهي غاز انفلت (هرب أو تطاير) إلى الهواء. ورأى أن مناجم الفحم، والعنب المختمر والكائنات الحية كانت تطلق غازات مماثلة. وقد لاحظ أن معظم الغازات غير مرئية، ولا يمكن حفظها في وعاء مفتوح. بل واستحدث كلمة «غاز»، المشتقة من الكلمة اليونانية «كيوس chaos» (أيّ فوضى، إذ إن الغازات ليست لها أشكال ثابتة).

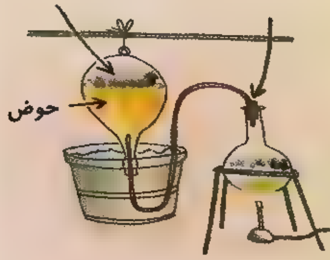
السَّحق والخبط

في عام ١٦٦٢م، حاول الباحث التجريبي الآيرلندي «روبرت بويل» سحق الهواء لضغطه (أو كبسه)، أو جعله يَشْغَل حيزًا أصغر. وقد توصل إلى أن مضاعفة الضغط على كتلة من الهواء دائمًا ما تضغطها إلى نصف حجمها السابق. وتنطبق هذه القاعدة على كل الغازات، وتُعرف باسم قانون بويل.

وفي عام ١٧٣٤م، قال «دانييل برنولي»، وهو رياضياتي سويسري، إن الغاز يُنْشِئ ضغطه هو المتجه للخارج، إذ إن الجسيمات الضئيلة فيه تتخبط وتصطدم بجدران الوعاء. كان بويل وبرنولي قد بدآ يفهمان كيف تعمل الغازات، ولكنهما لم يكونا قد وجدا غازات مستقلة كثيرة. ولكن كان كل ذلك على وشك أن يتغير...

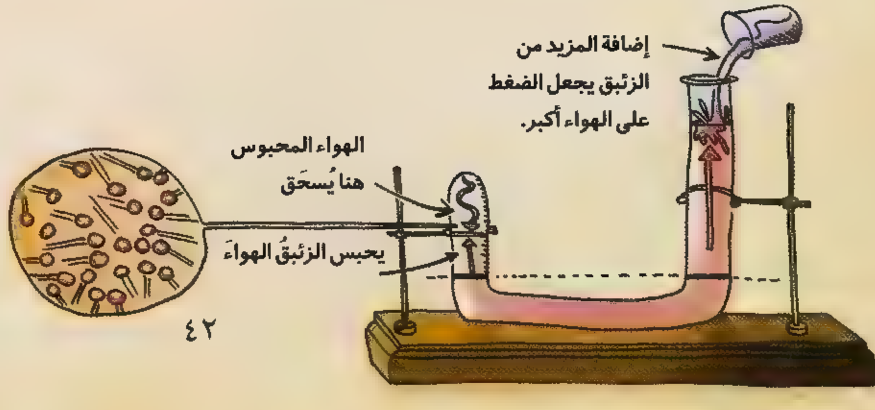
قبض الغازات

في حوالي ١٧٣٠، طوّر المخترع والباحث التجريبي «ستيفن هيلز» جهازًا عبقريًا للإمساك بالغازات، يعرف الآن باسم حوض الغاز. وقد جعل التعامل مع الغازات واختبارها واكتشاف غازات جديدة أسهل كثيرًا على بقية الكيميائيين.



في حوض الغاز، يخرج الغاز كفقاقيع من الماء ويحتبس في قمة قارورة زجاجية مقلوبة.

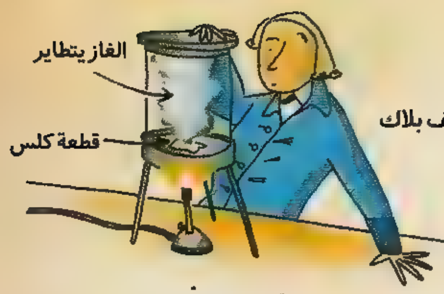
استخدم روبرت بويل أنبوبة بسيطة على شكل حرف «ل» كهذه لتنفيذ التجارب على الهواء المضغوط.



هواء ثابت

أعقب ذلك ظهور كيميائي أسكتلندي، هو «چوزيف بلاك». ففي حوالي عام ١٧٥٣م، حاول تسخين كربونات الكالسيوم — المعروفة أيضًا بالجير أو الطباشير. فانبعث منه نوع من الغازات، مخلفًا وراءه مادة اسمها «الكَلْس». تم دمج الغاز والكلس لتحضير الطباشير مرة أخرى.

سمّى بلاك الغاز «هواء ثابتًا» (إذ أمكن «تثبيته» في صورة مادة صلبة). وقد حاول أيضًا ترك بعض الكلس في الهواء الطلق، فعاد تدريجيًّا ليصبح طباشير. ومن هنا، رأى بلاك أن الهواء الطبيعي يحتوي بالضرورة على بعض «الهواء الثابت» — الذي نطلق عليه الآن ثاني أكسيد الكربون. ونحن نعلم الآن أن ثاني أكسيد الكربون يمثل حوالي ٠,٠٥٪ من الهواء.



عندما سخّن بلاك الطباشير، أطلق غازًا، تاركًا وراءه كلسًا



ثم خلط الكلس بالغاز، ووجدهما يعيدان الاتحاد ببعضها ليكوّنا طباشير من جديد.

أخف من الهواء

لسنوات كثيرة، كان الخيميائيون قد عرفوا أن المعادن عندما تتحلل في حامض، غالبا ما كانت تتكون مادة لا مرئية، تحترق بسهولة. وفي عام ١٧٦٦م، جمع الكيميائي الإنجليزي «هنري كاڤِنْدِش» هذا الغاز ودرسه. وقد وجده أخف من الهواء ١٤ مرة، إلى جانب كونه قابلاً للاشتعال جدًّا (كانت النار تشتعل فيه بسهولة). وهكذا اكتُشف غاز الهيدروچين.

مشروبات فوارة

أثناء تجاربه على الغازات، وجد چوزيف پريستلي أنه يستطيع تحليل ثاني أكسيد الكربون في الماء. وقد جعل الماء فوارًا وذا فقاقيع، وذا مذاق لاذع. وسرعان ما كان اختراع پريستلي، المياه الغازية، يباع كمشروب، مع إضافة مكونات لإكساب طعم مختلف.

الأوكسچين

اكتشف رجل الدين والكيميائي الإنجليزي «چوزيف پريستلي» غازات مختلفة عديدة. كان أشهرها هو الأوكسچين، الذي نجح في إطلاقه عام ١٧٧٤م بتسخين «أكسيد الزئبق» - وهي مادة كيميائية مكونة من الأوكسچين والزئبق. وقد أطلق الكيميائي الفرنسي «أنطوان لاڤوازييه» (انظر صفحة ٤١) على الأوكسچين والهيدروچين وغازات أخرى كثيرة أسماءها الحديثة.

ومنذ ذلك الحين، اكتشف الكيميائيون غازات أخرى كثيرة، لها مئات الاستخدامات في العالم الحديث.

الغاز الطبيعي، المكون أساسًا من الميثان- وهو غاز ينبعث من الأبقار- يستخدم على نطاق واسع كوقود.



يستخدم غاز الهيليوم لنفخ البالونات في الحفلات

يمكن لبعض السيارات أن تعمل بغاز الهيدروچين.



الذرات والعناصر

منذ العصور الإغريقية القديمة، تساءل الناس مِمَ تتكوّن الأشياء بالضبط؟ كما تساءلوا عن سبب وجود خامات أو مواد مختلفة بهذه الكثرة؟ وإذا أمكننا أن ننظر عن كثب حقًّا إلى المادة، فماذا سنرى؟

أطلق الإغريق المتأخرون (الأحدث) على ديموقريطس اسم «الفيلسوف الضاحك». فوفقًا للقصص التي تُروى عنه، كان يجد كل شيء مضحكًا.

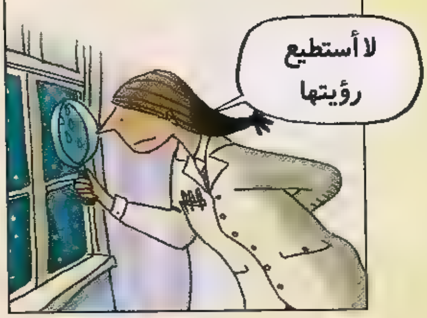
أفكار ذَرّية قديمة

قال بعض الإغريق إن على الرغم من أن الأشياء تبدو مختلفة، إلا أن كل شيء في أبسط صوره هو نفس الشيء. فقد كان كل شيء مكوّنًا أصلاً من الماء، مثلًا أو الهواء فقط بأشكال مختلفة. لكن إغريقًا آخرين قالوا إن هناك أربعة عناصر، أو أنواع من الأشياء، فقط: التراب والهواء والنار والماء.

وكانت لدى مفكِّرَيْن عاشا في حوالي عام ٤٠٠ ق.م.، هما «ديموقريطُس» ومعلمه «ليوسيبوس»، وجهة نظر أخرى. فقالا إن المادة كلها مكونة من جسيمات، أو ذرات، ضئيلة. وكانت هناك أنواع شتى من الذرات، مرتبة في أنساق مختلفة لتكوِّن خامات مختلفة. ومع ذلك لم يصدقهما أحد طيلة قرون واستمر الجميع في الاعتقاد بأن كل شيء مؤلَّف من المكوّنات الأربعة الأساسية.

صغيرة إلى أي مدى؟

الذرات صغيرة، صغيرة جدًا. إنها ضئيلة للغاية لدرجة أنه من الصعب تخيل كم يوجد منها. فصفحة واحدة من هذا الكتاب يساوي سُمكها حوالي مليون ذرة. وتحتوي قُطَيْرَة مطر على ما يقرب من ٥٠ مليون بليون ذرة.



ذرات في الجو

بعد مضي حوالي ٢٠٠٠ سنة، في عقد ١٦٥٠، أجرى روبرت بويل التجارب على ضغط الهواء. فبما أن الهواء يمكن ضغطه، كما قال، فلابد أنه مكوّن من الكثير من الجسيمات الضئيلة، موزعة في حيز على مسافات متفرقة، وتفصل بينها فجوات. ولابد أن أشياء مثل الماء والمعادن تحتوي كم أكبر منها، حيث كان سحقها أصعب.

عندما حاول بويل ضغط الهواء، استطاع أن يشعر به يشتد ويرتخي في اتجاهه– كاليايات أو النوابض أو السوست أو الزنبرك.

اعتقد بويل أيضًا أن أرسطو كان مخطئًا بخصوص العناصر الأربعة. والصواب، كما قال، هو أن هناك «أجسام بسيطة» كثيرة – أيّ مواد أساسية لا يمكن فصلها إلى أجزاء أبسط.



الوصول إلى الأساسيات

سرعان ما بدأ الخيميائيون والكيميائيون يحاولون العثور على كل الأنواع المختلفة من «الأجسام البسيطة» (التي تسمى الآن العناصر الكيميائية). فاستخدموا التفاعلات الكيميائية لمعرفة أيّ المواد لا يمكن فصلها أكثر عند نقطة معينة. وقد أخذوا يكتشفون المزيد والمزيد منها — كالذهب والزئبق والأوكسچين. وأدركوا أن عناصر كهذه يمكن أن تتحد لتكوّن خامات أعقد، وهي المركّبات الكيميائية.

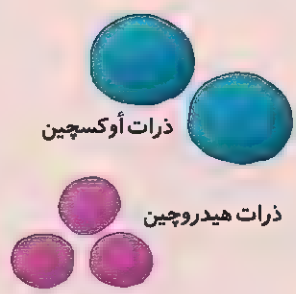
دالتون يُلخِّص الموضوع

كان مدرس بريطاني اسمه «چون دالتون» هو من جمع أخيرًا كل هذه الأفكار لتوحيدها. ففي عام ١٨٠٣م، اكتملت نظريته المعروفة باسم «النظرية الذرية». ومثل ديموقريطس وليوسيپوس، قال إن كل عنصر مكوّن من نوع فريد وخاص به من الذرات.

قال دالتون إن كل نوع مختلف من الذرات به قدر مختلف من الكتلة (مقدار المادة به).



يمكن للذرات أن تتحد بذرات أخرى لتكوّن جزيئات. وهكذا يمكن للعناصر أن تشكّل مركّبات. الأوكسچين والهيدروچين عنصران.



الماء مُركّب. فجزيء الماء مكوّن من ذرتي هيدروچين وذرة أوكسچين واحدة.



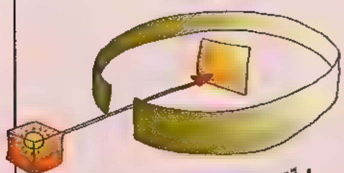
ورغم أنه كان محقًّا، لم يستطع دالتون أن يرى الذرات فعليًّا. فقد توصل إلى كل نتائجه هذه بالاستفادة من أوزان ونسب العناصر في المركّبات المختلفة. ويستطيع العلماء الآن رؤية الذرات باستخدام ميكروسكوپات إلكترونية شديدة القدرة، وقد ميّز العلماء أكثر من ١٠٠ عنصر.



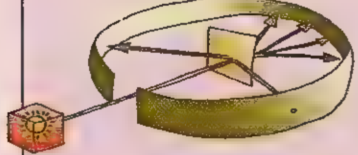
لعب الكيميائي الفرنسي أنطوان لافوازييه دورًا كبيرًا في البحث عن العناصر. ونشر قائمة بـ٣٣ منها عام ١٧٨٩.

ماذا بالداخل؟

لم يعرف أحد كيف تبدو الذرات من الداخل حتى عام ١٩٠٩، عندما خرج العالم نيوزيلندي المولد «إرنست رزرفورد» بهذه التجربة:

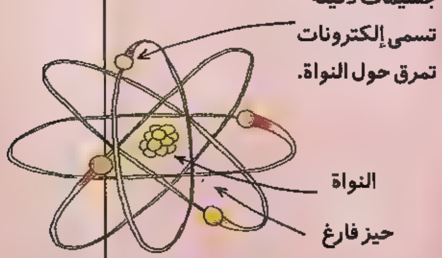


صُوِّبَت جسيمات دقيقة على رقاقة من الورق المذهب.



اخترقت معظمها الرقاقة، لكن بعضها ارتد من عليها.

رأى رزرفورد أن للذرة حتمًا مركزَ صلبٍ، أو نواة، محاطة بحيز أغلبه فارغ. وقد اخترقت معظم الجسيمات الرقاقة عبر الفراغات، لكن القليل منها اصطدم بنواة.





أنتج رونتجن هذه الصورة الملتقطة بالأشعة السينية ليد زوجته بيرثا.

النشاط الإشعاعى

لقد أفنى بعض العلماء أعمارهم في سبيل اكتشافاتهم. وواحدة من أشهرهم جميعا هي «ماري كوري»، التي كرّست سنواتٍ لدراسة المواد المشعة النشطة إشعاعيًّا – قبل أن يدرك أحد مدى خطورتها.

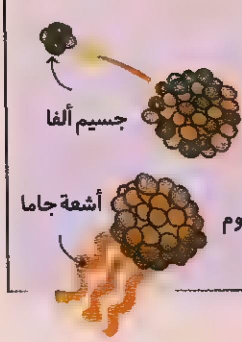
الأشعة السينية هي نوع من الموجات الكهرومغناطيسية عالية الطاقة. وكانت الأشعة السينية المبكرة تستخدم بجرعات عالية جدا وأمرضت بعضها الناس.

أشعة غامضة

في عام ١٨٩٥م، رصد «ڤيلهلم رونتجن»، وهو أستاذ فيزياء ألماني، أشعة غريبة تصدر من مهبط الكاثود (وهو أنبوب مفرغ يسري داخله تيار كهربي). فأسماها أشعة إكس X (أيّ أشعة «س» أو الأشعة السينية أيّ المجهولة). وكان بإمكانها المرور من المواد اللدنة مُكونة صورة على شريحة فوتوغرافية (تصويرية ضوئية). كان هذا مفيدًا جدًّا من أجل النظر إلى داخل جسم الإنسان – ولا تزال الأشعة السينية تستخدم لهذا الغرض حتى اليوم.

كيف يعمل النشاط الإشعاعي

إنّ العناصر المشعة من قبيل اليورانيوم تبعث الطاقة من أنوية ذراتها. وتتفكك الأنوية تدريجيًا عبر الزمن، باعثة طاقة يطلق عليها الإشعاع. واعتمادًا على هوية العنصر، يمكن للإشعاع أن يتخذ شكل موجات تسمى أشعة جاما، أو شكل جسيمات دقيقة تسمى جسيمات ألفا وبيتا.



بلورات مثيرة للفضول

انبهر علماء آخرون بالأشعة السينية وجربوا معها كل أنواع الاختبارات. وفي عام ١٨٩٦م، صمم الفيزيائي الفرنسي «هنري بيكيريل» تجربة ليرى ما إذا كانت المواد الفلوريّة (الفلورسنتية) المتوهجة تطلق أشعة سينية كما تطلق ضوءًا. فاستخدم سولفات يورانيل البوتاسيوم – بلّورات الفلورسنت التي تلمع بعد التعرض لأشعة الشمس القوية.



طوى بيكيريل رقاقة فوتوغرافية داخل ورق أسود لحجب الضوء، ووضع البلورات فوقها.

لكن بيكيريل وجد أن البلورات لم تكن بحاجة إلى طاقة زائدة سواء من قبيل الكهرباء أو ضوء الشمس لجعلها تبعث طاقة. فقد كانت تكوّن صورة على شريحة فوتوغرافية حتى في غرفة مظلمة. إذن فلابد أن هذا الشكل الغريب من الطاقة قد جاء من البلورات نفسها. كان ما قد اكتشفه هو النشاط الإشعاعي. وكانت مهمة فهمه متروكة لعالِمَيْن آخرين عظيمين، هما ماري وبيير كوري.



تسبب ضوء الشمس في لمعان البلورات، وطبع صورة على الرقاقة. ظن بيكيريل أنها تطلق أشعة سينية حتمًا.



لكنه توصل بعد ذلك إلى أن البلورات، حتى عندما كانت في غرفة مظلمة، ولم تلمع، ظلت تطبع صورة فوتوغرافية. فأدرك أنها تطلق حتمًا نوعًا ما آخر من الطاقة.

كشف حقيقة النشاط الإشعاعى!

كانت ماري كوري پولندية المولد وزوجها الفرنسي «پيير كوري» زميلَين لـ«بيكيريل» في جامعة پاريس. وفي أواخر عقد ١٨٩٠، درسا بلوراته، وتوصلا إلى أن الطاقة الغامضة كانت تنبعث من أحد العناصر الموجودة بها – اليورانيوم.



استخدم الزوجان كوري غرفة تأيين (تحويل أيوني) كهذه. كانت المواد المشعة تجعل الكهرباء تسري في الهواء داخل الغرفة. وقد أظهرت قوةُ التيار مقدارَ الإشعاع.

بعد ذلك اختبرا مواد أخرى، واكتشفا عناصر أخرى مشعة. وقد استحدثا تسمية «النشاط الإشعاعي» للاصطلاح على هذا النوع من الطاقة، واستشفّا طرقًا لقياس مدى إشعاعية العناصر المختلفة.

من بين مواد أخرى، اختبر الزوجان كوري «الفاشوش القطراني»، (وهو اليورانايت القاتم)، وهو الركاز (الخام) الذي يستخرج منه اليورانيوم.



فوجدا أنه كان مشعًا أكثر بكثير من اليورانيوم بمفرده. وفيه اكتشفا عنصرين مشعين إضافيين: البلوتونيوم والراديوم.

مات پيير كوري في حادثة طريق عام ١٩٠٦، لكنّ ماري كوري تولّت عمله كأستاذ پروفيسور، وواصلت مشروعهما. وتوصلت هي وعلماء آخرون إلى أن العناصر المشعة تبعث إشعاعًا أقل فأقل عبر الزمن. ويُعرَف الوقت الذي يهبط فيه مستوى الإشعاع إلى النصف باعتباره منتصف عمره.

عائلة نوبلية

في عام ١٩٠٣م، مُنح پيير وماري كوري وهنري بيكيريل جائزة نوبل في الفيزياء لاكتشافهم النشاط الإشعاعي.

وبعد ثماني سنوات، في عام ١٩١١، فازت ماري كوري بجائزة نوبل في الكيمياء لعملها المُنجز على الراديوم والبلوتونيوم – لتصبح أول فائزة لمرتين على الإطلاق بجائزة نوبل. وفازت كوري الابنة إيرين چوليو-كوري أيضًا بجائزة نوبل عام ١٩٣٥ لأبحاثها في مجال النشاط الإشعاعي.

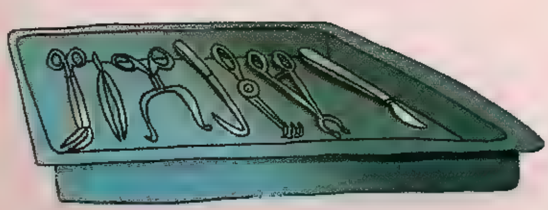


ميدالية جائزة نوبل

فى الخير والشر

منذ اكتشافه، اهتدى العلماء إلى استخدامات هامة جدًا وكثيرة للنشاط الإشعاعي، مثل حساب أعمار الصخور (انظر صفحة ١١). ولكنهم اكتشفوا كذلك أن الموجات والجسيمات المشعة تخرّب أجسادنا، ويمكنها أن تسبب أمراضًا مثل السرطان. توفيت ماري كوري عام ١٩٣٤م من جرّاء مرض يسمى الأنيميا (فقر الدم) اللاتنسُّجية، ربما سببته كل تلك العناصر المشعة التي تعرضت لها.

تُنظَّف الأدوات والإمدادات الطبية، أو تُعقَّم، باستخدام حزمة قوية التأثير من الإشعاع لقتل الجراثيم.



يقيس التأريخ الإشعاعي النشاط الإشعاعي لمعرفة عمر الصخور والأحافير.





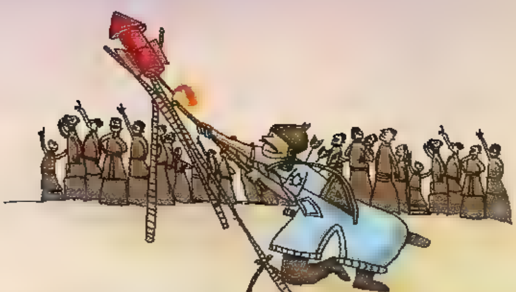
فرقعات وانفجارات!

بعض الكيماويات تحترق وتنفجر، فيصدر عنها فرقعات وتنبعث عنها كميات كبيرة من الغاز. هذه هيَ المتفجرات، ويمكن استخدامها في الألعاب النارية والأسلحة.



القرن التاسع «المسحوق الأسود»

في القرن التاسع الميلادي، كان الخيميائيون الصينيون يحاولون عمل ترياق أو بلسم من شأنه أن يمنح حياة أبدية. وبدلا من ذلك، كان ما حصلوا عليه عندما خلطوا الملح الحجري (نترات البوتاسيوم) والسلفا والفحم النباتي معا هو مسحوق قاتم احترق وانفجر. وفي القرون التالية، استخدم هذا «المسحوق الأسود»، أو البارود، في عمل القنابل والذخيرة للمدافع والأسلحة المدفعية كالبنادق والمسدسات.



القرن العاشر ألعاب نارية

استخدمت الألعاب النارية في الأصل في المستعمرات الصينية على سبيل الصلاة لجلب السعادة وطرد وتخويف الأرواح الشريرة. فكان المسحوق الأسود ومواد كيميائية أخرى تطلَق في السماء لإبداع عروض تفجيرية مبهرة.

١٦٧٢م الحفر والتعدين

استخدم المسحوق الأسود لأول مرة لتفجير الصخر في أوروبا عام ١٦٢٧ في مناجم الفضة في سلو فاكيا.



١٨٠٧م تجارب متفجرة

في عام ١٨٠٧، عزل الكيميائي الإنجليزي السير «همفري ديفي» عنصرًا جديدًا بتسرية تيار كهربي في الصودا الكاوية. وكان العنصر الذي اكتشفه فلز صوديوم نقي. ويتعين تخزينه في الزيت، لأنه يتفاعل بسرعة مع أي رطوبة في الهواء وينفجر.



١٨٤٦م النتروجلسرين

في عام ١٨٤٦، اكتشف الكيميائي الإيطالي «أسكانيو سوبريرو» النتروجلسرين. كان هذا السائل شديد التفجُّر أقوى من المسحوق الأسود. وكان عديم الاستقرار بشدة، فتسبب في الكثير من الانفجارات غير المقصودة - لذا حُظِر في معظم البلدان خلال عقد ١٨٧٠.





١٨٦٦م و ١٨٧٥م

الديناميت والجيلجنيت

في عام ١٨٦٦، دمج العالم السويدي «ألفريد نوبل» النتروجلسرين بمادة صلبة مستقرة لتحضير مادة متفجرة أكثر أمانًا تسمى الديناميت، لاستخدامها في التعدين والإنشاءات. وطُوِّرت تنويعة أقوى شبيهة بالچيلي، هي الجيلجنيت، عام ١٨٧٥.



عقد ١٩٣٠ متفجرات پلاستيكية

في عقد ١٩٣٠، دمج علماء ومهندسو الجيش المواد الپلاستيكية بالخامات المتفجرة لإنتاج متفجرات لدنة. وأمكن تشكيل هذه على غرار الصلصال وكانت أسهل نقلاً. وهي تستخدم غالبًا في هدم المباني.

عقد ١٩٤٠ قنابل أكبر

طُوِّرت القنابل الذرية في الولايات المتحدة الأمريكية خلال الحرب العالمية الثانية. إذ أدركت مجموعة من العلماء المشهورين، من بينهم «چ. ر. أوپنهايمر» و«إنريكو فيرمي» و«ألبرت آينشتاين»، أن شطر نواة الذرة من شأنه أن يسبب انفجارًا هائلاً.

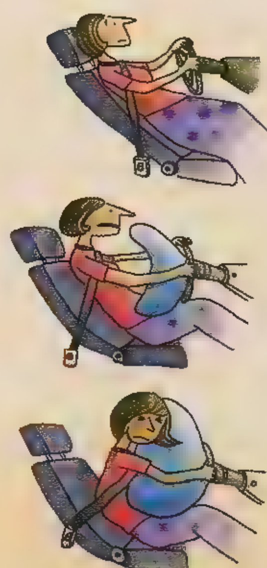
تحتوي القنبلة الذرية على مادة متفجرة وكيماويات مشعة. وعند تفجير المادة المتفجرة، تبدأ المواد الكيماوية النووية تفاعلاً تسلسليًا قويًا. ثم، مع انشطار الأنوية الذرية، يحدث انفجار مشع ضخم ومدمر.



أُطلِق على التفجير الذري الأول اسم «اختبار ترينيتي»، وقد تم في صحراء نيو مكسيكو، بالولايات المتحدة، في يوليو من عام ١٩٤٥.

عقد ١٩٨٠

وسائد متفجرة



خلال عقد ١٩٨٠، طور صناع السيارات طريقة استعمال إيجابية للتفجير فاخترعوا ما يسمى «قربة الهواء». فعند وقوع حادثة اصطدام سيارة، يرصد مجسّ أيَّ توقف مفاجئ ويسمح لمادتين كيميائيتين بالتفاعل معًا وإنتاج كمية كبيرة من غاز النتروچين. ينفخ الغاز القربة ويقوم بوظيفة وسادة لحماية قائد السيارة أو الراكب من الإصابة.

القرن العشرون وراء الرائحة

للكلاب أنوف شديدة الحساسية ويمكن تعليمها تعقب المتفجرات عن طريق الرائحة. كما يمكن تدريب النحل ليَقْرِن بين رائحة المتفجرات والسكر. ثم تقوم بعض برامج الكمپيوتر بتتبع السرب وتستخدمه في الاستدلال على الطرود المريبة.



قياس الزمن

إننا لا نستطيع إيقاف الزمن، أو التحكم فيه. بل إننا لا نعرف حقًّا ما هو. ولكن عبر آلاف السنين استطاع الإنسان كشف طرقًا دقيقة لقياس الزمن.

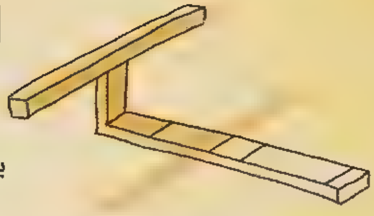
تم اكتشاف «عَظْمة إيشانجو» البالغة من العمر ٢٠,٠٠٠ عامٍ في وسط أفريقيا عام ١٩٦٠.



يحتمل أن العظام المخططة بإشارات كهذه كانت تستخدم لعد الأيام والشهور.

الشمس والقمر

أوضح العلامات على مرور الزمن هي الدورات الطبيعية: شروق الشمس وغروبها كل يوم، وأطوار القمر من محاق إلى بدر وهكذا دواليك.

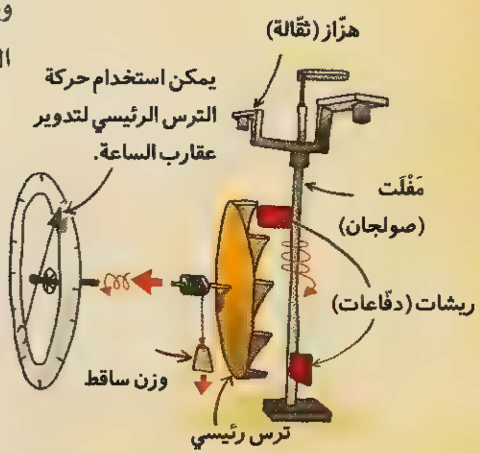


ساعة الظل أو المِزْوَلة المصرية هذه تلقي ظلاً على خشبة مقسمة بعلامات زمنية. فمع صعود الشمس أكثر، يتناقص الظل.

سجل القدماء ملاحظاتهم على هذه الأنماط المتكررة لإعداد التقاويم الزمنية الأولى. وفي وقت مبكر يعود إلى ٥,٥٠٠ عام مضت، ابتكر المصريون القدماء تقويمًا شبيهًا بتقويمنا. إذ اشتمل على ١٢ شهرًا كل منها فيه ٣٠ يومًا، وقُسِّمت الأيام إلى ساعات ودقائق. وزيدت خمسة أيام إضافية في نهاية الشهر الأخير لتعويض النقص في أيام السنة الكبيسة البالغة ٣٦٥.

ساعات الظل

قام السومريون والمصريون القدماء وشعوب أخرى مبكرة باستخدام الظلال لتساعدهم في تبين كَمّ الساعة. كانت العصا المغروسة في وضع ثابت تلقي ظلاً يتحرك عبر اليوم، بينما كانت الشمس تتنقل عبر السماء.



استخدمت ساعات القرون الوسطى «مَفْلتًا» كهذا. فكان وزن ساقط مُدْلَى من طرف خيط يجر ترسًا فيدور. ومع دوران الترس، كانت أسنانه تشتبك مع لسانين، يسميان ريشات، مما ينشئ حركة طقطقة منتظمة.

آلات الزمن

كان الإغريق والرومان والصينيون القدماء يهندسون ساعات ميكانيكية (آلية) مبكرة منذ حوالي ٢,٠٠٠ عام. وقد استخدموا الماء المتقاطر من فتحة ليدير عجلات وتروسًا تدق أجراسًا أو تبيّن الوقت على قرص المؤشر. ولاحقًا، في أوروبا العصور الوسطى، ابتكرت أنواع جديدة من الساعات تستخدم أوزانًا ساقطة أو زنبركات مشدودة لتحريك الأجزاء المكونة – لكنها لم تضبط تسجيل الوقت بدقة كبيرة.

في عام ١٥٠٠ تقريبًا، ابتكر صانع الأقفال الألماني «بيتر هينلاين» ساعات ميكانيكية مدفوعة بالزنبركات. ولأنها خلت من وزن ساقط، فقد تمكن أيضًا من صنع ساعات معصم صغيرة محمولة.





الأرجوحة هي شكل من أشكال البندول. فسواء كنت تتأرجح بهدوء أو تتطوّح لأعلى، لا تغيّر الأرجوحة إيقاعها (ما لم ترفس أنت الأرض). جربها بنفسك!

البندول: الزمن الطبيعي

في حوالي عام ١٦٠٠، درس المفكر الإيطالي العظيم جاليليو (انظر صفحة ٢١) الجوانب العلمية لسُلوك وزن (ثقل) ساقط مُدلىً من دوبارة، يُسمى البندول (الرَّقاص). وزعم أن البندول إذا توفرت له مسافة بعينها، فإنه يستغرق دائمًا نفس القدر من الوقت ليتأرجح ذهابًا وإيابًا. وقد رأى أن الرقاصات مفيدة في قياس الزمن، لأن لها إيقاعًا طبيعيًّا، لا آلية اصطناعية.

لم يبنِ جاليليو ساعة برقاص بنفسه، لكن الفلكي الهولندي «كريستيان هويجنز» فعل ذلك عام ١٦٥٦. وكانت ساعات البندول هي أدق الساعات الموجودة في ذلك الزمان.



بحلول عام ١٨٨٩، كانت «ساعة ريفلر» ألمانية الصنع هذه من الدقة بحيث إنها لم تفوّت سوى ١/١٠٠ من الثانية يوميًّا.

زمن القرن العشرين

كانت ساعات البندول جيدة، لكن هناك إيقاعات أرهف وأكثر انضباطا في الطبيعة، يمكن استخدامها لصنع ساعات دقيقة إلى درجة يصعب تخيلها.

وفي عقد ١٨٨٠، اكتشف العالم الفرنسي بيير كوري (انظر صفحة ٦٤) وشقيقه چاك أن التيار الكهربي يجعل بعض الفلزات، مثل الكوارتز، تنبض بسرعة شديدة. ويمكن استخدام تلك النبضات (الذبذبات) لتدوير ساعة. ونتيجة ذلك الاكتشاف صُنعت ساعة الكوارتز الأولى في عام ١٩٢٧.

ثم، في عقد ١٩٤٠، بدأ العلماء يستخدمون ذبذبات أسرع من ذلك – الذبذبات الطبيعية للذرات – لضبط توقيت الساعات. إن الساعات الذرية هي أدقها جميعًا.

والساعة الآن...

اليوم، يستخدم الناس حول العالم «التوقيت الذري العالمي»، وهو توقيت قياسي مبني على أساس ساعة ذرية تديرها ذبذبات ذرة مادة السيزيوم. وفي عام ١٩٦٧، أُعلن عن تعريف الثانية الواحدة رسميًّا بأنها ٩,١٩٢,٦٣١,٧٧٠ ذبذبة ذرة سيزيوم!

ثوانٍ زائدة

يتباطأ دوران الأرض حول نفسها تدريجيًّا، بحيث يكون كل يوم أطول بشكل طفيف من اليوم السابق. ويعني هذا أن الطول الرسمي للثانية يصبح تدريجيًّا أقصر من المطلوب. لذا فكل عام أو عامين، يتعيّن ضبط التوقيت الرسمي المتفق عليه دوليًّا لتزويد ثانية إضافية أو «ثانية كبيسة» (قفزة الثانية).



قصة الأعداد

الأعداد والعد هما جزء من الحياة اليومية عند معظم الناس. وهما أيضًا أساسيان للعلم، الذي يقتضي الكثير من القياس والمقارنة والعمليات الحسابية. ولكن الأعداد التي نستعملها اليوم لم نكن نعرفها في الماضي.



يكتشف العلماء الحقائق غالبًا بِعَدّ الأشياء وقياسها

تـقييد الحساب

الأثر الأول الدال على وجود العد – وهو العلامات المحفورة على العصي والأحجار والعظام – يعود زمنيًّا إلى ما يزيد على ٣٠,٠٠٠ سنة مضت. ويسمى هذا النوع الأساسي من العد: «تقييد الحساب». ومعناه أن تستخدم ببساطة علامة واحدة مقابل كل عنصر تريد إحصاءه. فإذا كنت تحصي ٢٠ شخصًا، تخط ٢٠ علامة. وأحيانًا، تجمَّع العلامات معًا في حِزَم، مثل هذه:



بدون أعداد!

هناك بعض اللغات التي لا تزال مستعملة اليوم تخلو من الأرقام على الإطلاق. فأبناء شعب «البيراهان» في أمريكا الجنوبية، مثلًا، لا يعدون الأشياء بهذا المعنى، إذ يبدو أن لغتهم تخلو من كلمات تعبر عن أرقام. وبدلًا من ذلك فإن لديهم كلمة تعني «القليل»، وأخرى تعني «الكثير نسبيًا».



العد على أصابعنا

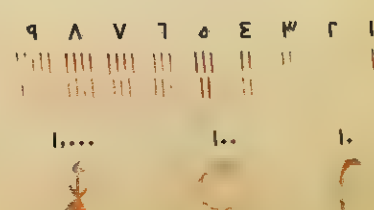
يحتمل أن تكون الأصابع أولى أدوات العد. فالناس إلى يومنا هذا يعدون برقم الأساس ١٠ – مستخدمين مضاعفات الرقم ١٠، مثل ١٠ و١٠٠ و١٠٠٠ وهكذا – ربما لأن لدينا عشرة أصابع. وكان المصريون القدماء أول شعب يطوِّر هذا النظام النظام العَشري، في وقت مبكر يعود إلى ٦٠٠٠ سنة مضت.

العد ستّينًا ستّينًا

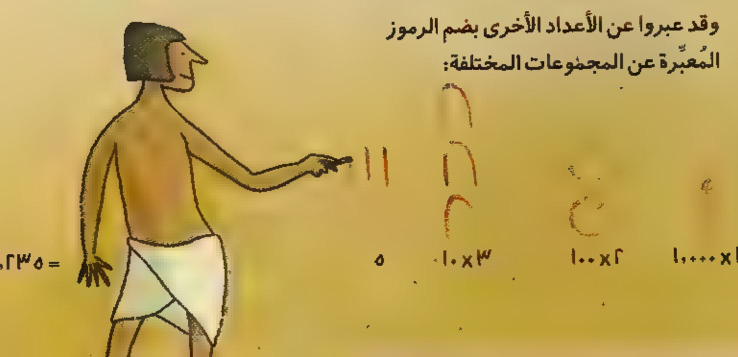
لكن شعوبًا أخرى استخدمت نظامًا مختلفًا. فبعد حوالي ١٠٠٠ سنة من ابتكار المصريين للنظام العشري، كان البابليون، الذين عاشوا فيما أصبح الآن العراق، يستخدمون نظامًا عدديًّا رقم الأساس فيه ٦٠. فبدلًا من العد بالعشرات، كانوا يعدون بالستينات. ويحتمل أن يكون هذا النظام قد اندثر لصعوبة استخدامه.

النظام العددي المصري القديم

استعمل المصريون رموزًا قليلة للتعبير عن الأعداد من ١ إلى ٩، و١٠ و١٠٠ و١٠٠٠ وهكذا.



وقد عبروا عن الأعداد الأخرى بضم الرموز المُعبِّرة عن المجموعات المختلفة:





تأمل الإغريق في فكرة التعبير عن «اللا شيء» في صورة رقم، ولكنهم لم يكونوا متأكدين من أنه رقم معقول.

إفساح مكان للصفر

كان لدى المصريين القدماء رموز مختلفة للآحاد والعشرات والمئات، ولكن لم يكن لديهم رمز لرقم ٠ (الصفر). فإذا أرادوا كتابة رقم ٢٠٧، كانوا يكتبونه على هذا النحو:



فلم تكن هناك حاجة للصفر لبيان «انعدام خانة العشرات».

وكان الرومان مثلهم. وقد استخدموا الحروف للدلالة على الأرقام، ولم يستخدموا الصفر. فكان الرقم ٢٠٧ يظهر بهذا الشكل:

CCVII

٢×١٠٠ — ٥ — ٢×١

في الحقيقة، لم تستخدم معظم أنظمة العد الرقم صفر. ولكن، منذ حوالي عام ٤٠٠ ق.م.، كانت لدى الناس في بلاد الهند أفكار أخرى. لقد استخدموا خانة العشرة الأساسية، ولكن بدلًا من التعبير الرمزي، كانت هناك ١٠ أرقام فقط – ١ و٢ و٣ و٤ و٥ و٦ و٧ و٨ و٩ و٠. فكنت في هذه الحالة ستستخدم أرقامًا مفردة لتعد حتى ٩. وبعدها تستخدم الواحد من جديد – ولكن بأن تحركه يسارًا خطوة (خانة) واحدة، وتضيف صِفرًا واحدًا، لتُكتب ١٠. وبموجب هذا النظام، يُظهر موضع الأعداد ما تدل عليه. ويستخدم الصفر كـ «سد خانة» لملء الفراغات الخالية.

١٠

الآحاد منعدمة — عشرة واحدة

٢٠٧

سبعة من الواحد — العشرات منعدمة — اثنان من المئة

العد اثنين اثنين

يمكنك أن تستخدم أي عدد كرقم أساس – فإذا أردنا، بوسعنا أن نعد بالخمسات أو بخانات الـ١٤ أو الـ١٩٩. وكل ما في الأمر أننا ألفنا استخدام ١٠. وتستخدم الحواسيب نظامًا عدديًا يقوم على رقم الأساس ٢، أو نظامًا «ثنائيًا»، يسير على هذا النحو:

١ = ١

٢ = ١٠ (٢ واحدة، ولا آحاد)

٣ = ١١ (٢ واحدة، و١ واحد)

٤ = ١٠٠ (٤ واحدة، ولا توجد اثنينات ولا آحاد)

... وهكذا دواليك. ويعني هذا أن الحواسيب تستطيع إجراء كل الحسابات المطلوبة منها باستخدام رمزين فقط، ٠ و١. ويمكن إيجاد هذين بتوصيل التيار الكهربي إلى الكمبيوتر وفصله عنه.



الأعداد الحديثة

كما يمكنك أن ترى في كل ما حولك، كان نظام الأعداد الهندي ورموزه – المعروف الآن باسم «الأرقام العربية» – هي التي انتشرت في النهاية عبر العالم. وهي تسمح لنا بأنْ نكتب الأرقام الكبيرة بسهولة، باستخدام عدد قليل من الرموز.

إذا كنت ما زلت تستخدم النظام المصري القديم أو البابلي في تدوين الأرقام، لكانت كتبك الرياضية ضخمة!



الأعداد الأولية المحيرة

لقد لاحظ الناس منذ العصور القديمة أن بعض الأرقام لا تقبل القسمة على الأرقام الأخرى. ولا تزال هذه «الأعداد الأولية» تحير علماء الرياضيات إلى يومنا هذا.

الإغريق

كان «فيثاغورث»، المفكر الإغريقي، وأتباعه شديدي الولع بالخصائص الغامضة للأرقام. وفي حوالي عام ٤٠٠ ق.م.، قال واحد من أتباع فيثاغورث، وهو «فيلولاوس»، إن بعض الأرقام كانت مركَّبة أي أنه من الممكن تكوينها، من أعداد أصغر هي قواسمها أو عواملها – أما الأعداد الأولية أو «غير المركبة» فيتعذَّر ذلك معها.

درس رياضي إغريقي اسمه «إقليدس» الأعداد الأولية أيضًا. وقد بيّن أنك مهما ظللت تعد ووصلت إلى أرقام كبيرة، فستجد دائمًا أعدادًا أولية جديدة وإن كانت تتواجد بتواتر أقل كلما تقدمت في العد. وبتعبير آخر، فإن هناك عددًا مطلقًا من الأعداد الأولية. وقد توصل أيضًا إلى أن الأعداد غير الأولية يمكن تحليلها إلى ضربيّات مختلفة من أعداد أولية مضروبة في بعضها البعض.

وقبل مضيّ وقت طويل على ذلك، في حوالي عام ٢٠٠ ق.م.، ابتكر مفكر إغريقي آخر، هو «إراتوستين»، قائمة شبكية لحساب الأعداد الأولية، تعرف باسم «غُربال إراتوستين».

الأعداد الأولية تتصدر المشهد من جديد

بعد الإغريق، لم يتوصل أحد إلى شيء يُذكر بخصوص الأعداد الأولية، طوال قرون. ثم، في القرنين السادس عشر والسابع عشر بعد الميلاد، بدأ الناس يعيدون النظر فيها. كان المحامي الفرنسي «بيير دي فيرما» منبهرًا بالأعداد الأولية وخرج علينا بنظريات عديدة عن كيفية حسابها. لكن بعض علماء الرياضيات وجدوا أن نظرياته ليست صحيحة تمامًا. وقد بدا أنه لا توجد صيغة رياضية لإيجاد الأعداد الأولية.

رأى الإغريق أن بعض الأعداد تتحلل بشكل طبيعي إلى مجموعات متساوية، بينما لم تحتمل الأعداد الأولية ذلك. على سبيل المثال، ١٢ ليس عددًا أوليًا، لكن ١٣ عدد أولي.

١٢ زلطة يمكن ترتيبها في ثلاثة صفوف أربعًا أربعًا أو صفَّين ستًا ستًا.



١٣ زلطة لا يمكن ترتيبها بشكل منتظم إلا في صف يتيم، لا في صفوف متناظرة.



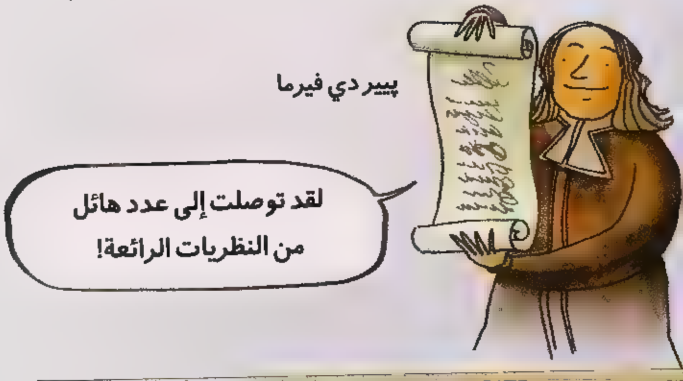
تعريف العدد الأولي

العدد الأولي هو عدد لا يقبل القسمة إلا على عددين: على نفسه وعلى ١.

كان الناس يعتقدون أن ١ هو عدد أولي، ولكنه لا يمكن قسمته إلا على عدد واحد – ١ – لذا فهو غير معترف به الآن كعدد أولي. وفيما يلي يمكنك أن ترى كل الأعداد الأولية الواقعة بين ١ و١٠٠.

٢	٣	٥	٧	١١	١٣	١٧
١٩	٢٣	٢٩	٣١	٣٧	٤١	٤٣
٤٧	٥٣	٥٩	٦١	٦٧	٧١	٧٣
٧٩	٨٣	٨٩	٩٧			

على الرغم من أن فيرما لم يتوصل إلى طريقة تتصف بالكمال لتوقع الأعداد الأولية، فقد اكتشف أشياء كثيرة بخصوصها. وأحد أنواع الأعداد الأولية، أعداد فيرما الأولية، مسماة تيمُّنًا به.



بيير دي فيرما



إدوارد لوكاس

فهم المشكلة

إذن فعبر السنين قضى علماء الرياضيات ساعات طوال يجرون عمليات قسمة لأعداد أكبر وأكبر، ليروا ما إذا كانت أعدادًا أولية. وبحلول عام ١٦٠٠، كان عالِم الرياضيات الإيطالي «بييترو كاتالدي» قد نجح في الوصول إلى عددين أوليين من ستة أرقام، هما ١٣١,٠٧١ و٥٢٤,٢٨٧. وفي عام ١٨٧٦، بيّن الفرنسي «إدوارد لوكاس» أن ١٧٠١٤١١٨٣٤٦٠٤٦٩٢٣١٧٣١٦٨٧٣٠٣٧١٥٨٨٤١٠٥٧٢٧ هو عدد أولي. وكان هذا أكبر عدد أولي يُكتشف باستخدام عمليات حسابية يدوية.

تتجلى الأعداد الأولية في الطبيعة أيضًا. فحشرات الزيز (السيكادا) الدورية تقضي أغلب أعمارها كيرقات (صغيرة السن) تحت الأرض. وهي تبلغ النضج كل ١٣ أو ١٧ سنة (بحسب النوع)، وتخرج إلى سطح الأرض، وتتزاوج وتبيض. وكما ترى، ١٣ و١٧ كلاهما عددان أوليان. إن دورة الحياة التي تساوي عددًا أوليًا تساعد حشرات الزيز على تجنب أن تصطادها حيوانات ذات دورات حياة أقصر، تبلغ سنتين أو ثلاث مثلًا. ويعني هذا أنها لن تلتقي عادة بحشرات مفترسة ناضجة، مما يمنحها فرصة أفضل في البقاء.



عمليات حسابية كمبيوترية

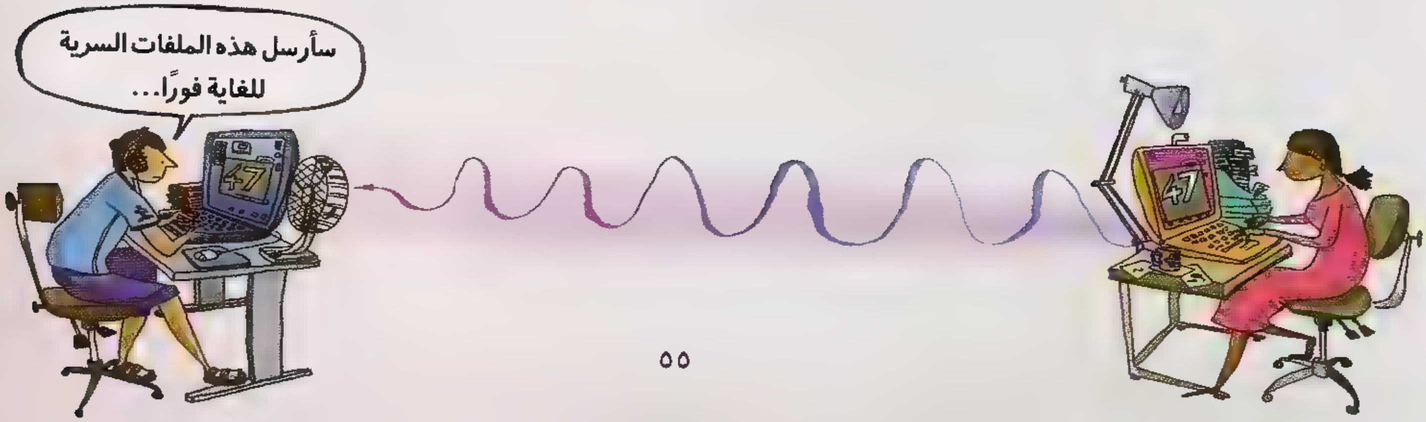
في عقدي ١٩٤٠ و١٩٥٠، تطورت الحواسيب إلى درجة تسمح باستخدامها لحساب أعداد أولية جديدة. وجعل هذا العملية أسرع كثيرًا بمراحل — رغم أن اختبار الأرقام بالغة الطول لا يزال يستغرق من الحواسيب وقتًا طويلًا. وقد وجدنا الآن أعدادًا أولية تمتد لملايين الأرقام. وهي طويلة جدًا لدرجة أن تدوين أحدها سيستهلك ٥٠ كتابًا بحجم هذا الكتاب!

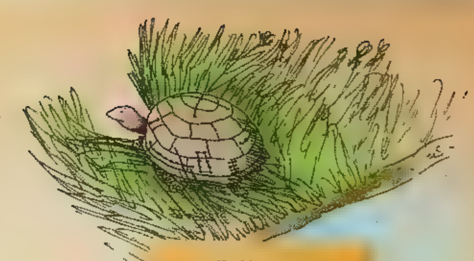
ما فائدة الأعداد الأولية؟

لزمن طويل، لم يكن للأعداد الأولية استخدام عملي. فقد درسها العلماء فقط أملًا في التوصل إلى أنماط ذات معنى مترابطة منطقيًّا أي متواليات. وهم لم يحرزوا نجاحًا حقيقيًّا بعد.

لكن علماء الحاسوب اكتشفوا الآن استخدامًا مهمًّا للأعداد الأولية. فإذا كان لديك عدد غير أولي ضخم، فمن الصعب للغاية معرفة أي الأعداد الأولية يمكن ضربها في بعضها لإيجاده. ويمكن استخدام هذه المعلومة السرية لتشفير المعلومات لإرسالها فيما بين الحواسيب. وحده الكمبيوتر الذي يعرف التوليفة الصحيحة من الأعداد الأولية يستطيع أن يفك شفرة الرسالة.

نحن نستخدم الشفرات غالبًا لإرسال معلومات حساسة أو سرية فيما بين الحواسيب المختلفة.





أعاجيب الرياضيات

منذ أن بدأ البشر العد والحساب، صادفتهم كل أنواع الألغاز العددية المثيرة للفضول والشائقة والأنساق والأشكال التي تشبه السحر.

ح. ٢,٨٠٠ ق.م.

مربعات سحرية

وفقًا للأسطورة الصينية القديمة، عندما فاض نهر «لو»، صلى الناس لإله النهر ودعوا إليه أن ينقذهم. فظهرت سلحفاة من الماء، وعلى ظهرها نقش غريب.

كانت العلامات التي قيل إنها نقشت على السلحفاة نوعًا من المربعات السحرية. ويمكن كتابتها على هذا النحو:

٢	٩	٤
٧	٥	٣
٦	١	٨

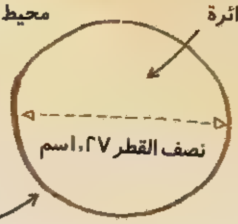
اجمع أي صف من ثلاثة أرقام – أفقيًا أو رأسيًا أو بالورب – وسوف تحصل دائمًا على العدد نفسه (في حالتنا هذه، ١٥).

لقد ظهرت المربعات السحرية في ثقافات كثيرة منذ العصور القديمة. وقد صمم علماء الرياضيات المحدثون مربعات أكبر وأعقد بكثير.

ح. ٢٠٠٠ ق.م.

قصة «باي»

علامَ ستحصل إذا قسمت محيط دائرة على نصف قُطرها؟



π = ٣,١٤ = ١,٢٧ ÷ ٤

في القرن الثامن عشر، بدأ الناس يستخدمون هذا الرمز، وهو حرف يوناني يسمى باي، ليعبر عن الناتج الثابت

تساوي باي (ط) على وجه التقريب ٣,١٤. والرقم هو نفسه في كل الدوائر، أيًا كانت مساحتها.

عرف المصريون القدماء والسومريون على السواء القليل عن باي منذ ما يزيد على ٤,٠٠٠ سنة. ثم، في حوالي عام ٢٥٠ ق.م.، المفكر الإغريقي «أرخميدس» حسب باي وقدّرها بـ ٣,١٤١٩. وفي حوالي سنة ٤٩٠ توصل دارس صيني، هو «زو تشونجچي»، إلى رقم أدق يبلغ حوالي ٣,١٤١٥٩٢٦٥. وباستخدام الحواسيب، فقد أصبحنا قادرين على حساب باي وصولًا إلى ملايين الكسور العشرية. لكننا لن نحصل على قيمتها الصحيحة بالضبط أبدًا، حيث إن الأرقام العشرية في الرقم باي تتواصل للأبد...

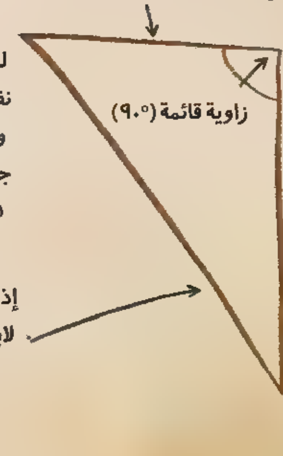
ح. ٥٥٠ ق.م.

مثلث فيثاغورث



حياة الفيلسوف الإغريقي «فيثاغورث» يغلفها الغموض. لقد عاش في عقد ٥٠٠ ق.م.، وكانت له مجموعة من الأتباع تناقلوا المعرفة التي أخذوها عنه. وأشهر ما يعرف به هو مبرهنات فيثاغورث، وكلها عن المثلثات قائمة الزوايا.

يبلغ طول هذا الضلع ٣سم. ٣ × ٣ = ٩.



تنص المبرهنة على أنه في مثلث قائم الزاوية كهذا، يساوي حاصل جمع «مربع» الضلعين الأقصر (القائمين) مربع الضلع الأطول (الوتر).

لـ«تربيع» عدد، فإنك تضربه في نفسه. تربيع ٣ هو ٣ × ٣، أي ٩، وتربيع ٤ هو ٤ × ٤، أي ١٦. وإذا جمعت الرقمين، فلدينا ٩ + ١٦ = ٢٥، و٢٥ هي ٥ × ٥، أو تربيع ٥.

إذن فالضلع الأطول (الوتر) لابد أن يكون طوله ٥ سم.

يبلغ طول هذا الضلع ٤ سم. ٤ × ٤ = ١٦

ح. ٤٠٠ ق.م.

اللانهاية

كتب علماء الرياضيات الهنود القدماء عن اللانهاية – وهو اسم يطلق على المقدار اللانهائي الذي لا يمكننا حسابه أبدًا. فمهما كان الرقم كبيرًا، يمكنك دائمًا أن تضيف إليه «١». لذا فالأرقام لانهائية – إذْ تتواصل للأبد...

هذا هو الرمز المُعبِّر عن اللانهاية. وقد استخدم لأول مرة على يد عالِم الرياضيات الإنجليزي «جون والس» في عقد ١٦٥٠.



ح. ٣٠٠ ق.م. النسبة الذهبية

هل بعض المستطيلات أفضل من غيرها؟ هذا ما ظنه الإغريق. فقد وجدوا أن المستطيل إذا كان طوله أطول ١٫٦١ مرة من عرضه، تكون له خصائص مميزة.



سمى الإغريق من أمثال إقليدس هذه النسبة بالنسبة «الوسيطة» و«القصوى» (أو البليغة). وعرفت لاحقًا باسم النسبة الذهبية، أو الوسط الذهبي.

إذا رسمت خطًا لحذف أحد طرفي المستطيل بحيث ترسم مربعًا ...

... سوف تحصل على مستطيل أصغر له نفس أبعاد الشكل الأول بالضبط.

ظن الإغريق أن مستطيلًا بهذه النسب لابد أن يكون سحريًا ومتصفًا بالكمال، فاستخدموه غالبًا في المباني. وكان أيضا شائعًا في عصر النهضة، منذ حوالي سنة ١٤٥٠ إلى ١٧٠٠، وما زلت تستطيع رؤيته في مبانٍ ولوحات كثيرة اليوم.

١٢٠٢م متتالية فيبوناتشي

في حوالي عام ١٢٠٢، صاغ عالم رياضيات إيطالي اسمه «فيبوناتشي» متتالية عددية لبيان كيف يمكن للثروة الحيوانية من الأرانب أن تتكاثر إذا تركت لتتناسل. وسارت المتتالية على هذا النحو:

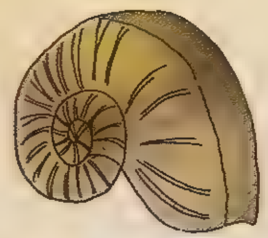


أترى كيف تسير العملية؟ في كل خطوة، تجمع العددين السابقين لتحصل على العدد التالي. في الحقيقة، لم يكن فيبوناتشي أول من يتوصل إلى هذا النسق- فقد اكتشفه الهنود القدماء أيضًا. وقد وجد علماء الرياضيات اللاحقون أنه كان وثيق الارتباط بالنسبة الذهبية، ودائما ما يتواجد في الطبيعة.

إذا رسمت مستطيلًا باستخدام عددين متجاورين من أعداد متتالية فيبوناتشي ليكونا طولي الضلعين، ستنتهي بالنسبة الذهبية! ويمكن بتكرار سلسلة من هذه المستطيلات تكوين شكل حلزون...



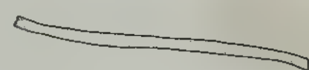
... وكثيرًا ما تتواجد الحلازين ذات الشكل نفسه في الطبيعة، على سبيل المثال في القواقع.



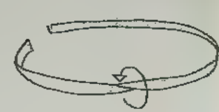
١٨٥٨م شريط موبيوس

على نحو يدعو للاستغراب، اكتشف رياضياتيان ألمانيان، هما «أوجست فرديناند موبيوس» و«يوهان بنيدكت ليستنج»، شريط موبيوس، كلٌ على حدة، عام ١٨٥٨. يمكنك أن ترى ما اكتشفاه بعمل شريط موبيوس بنفسك - إنه سهل:

١. اقطع شريطًا رفيعًا من الورق، طوله حوالي ٣٠ سم وعرضه ٣ سم.



٢. قم بطيّ الشريط لعمل بطن موجة، ثم اقلب أحد الطرفين بحيث يكون الشريط ملتويًا. ثم الصق الطرفين بشريط لاصق أو صمغ.



لشريط موبيوس الذي صنعته بعض الخصائص المدهشة. فإذا رسمت خطًا متواصلًا من أوله لآخره، ستجد أنك رسمت على الجانبين. في الحقيقة، ليس لشريط موبيوس إلا جانب واحد!



والآن قُصّ بعناية بطول وَسَط الشريط لتقسيمه إلى شريطين. لن تستطيع! ستنتهي فقط ببطن موجة أكبر. شيء غريب!



١٩٢٠م الجوجول

حيث إن عدد الأرقام لانهائي، فهناك بعض الأعداد الكبيرة للغاية. أحدها هو الجوجول. وهو رقم «١» يتبعه ١٠٠ صفر. الجوجول كبير للغاية، فهو أكبر من عدد الذرات في الكون كله.

استُحدث الجوجول عام ١٩٢٠، عندما طلب عالم الرياضيات الأمريكي «إدوارد كازنر» من ابن أخيه ذي التسع سنوات «ميلتون سيروتا» أن يفكر في اسم يطلق على رقم كبير. بل إن ميلتون استحدث أيضًا رقمًا أكبر، هو الجوجول - پلكس، أي «١» ويتبعه جوجول من الأصفار!



تصنيف الكائنات

ماذا تُسمي حيوانًا أليفًا صغيرًا له فراء ويموء؟ للقطة المستأنسة مئات الأسماء والألقاب بلغات كثيرة. لكن العلماء في كل مكان يعرفونها باسم لاتيني علمي واحد، هو فيليس كاتوس Felis catus. ويطلق على فرز الأحياء إلى مجموعات ومنحها أسماء علمية مصطلح «التصنيف»، ويعود تاريخه إلى العصور القديمة.



حرّر أرسطو قوائم كثيرة بالحيوانات. فعلى سبيل المثال، وصف وسمّى ١١٦ نوعًا من الأسماك.

أرسطو وثيوفراستوس

طوّر الكاتب والمفكر الإغريقي «أرسطو» نظامًا مبكرًا للتصنيف في حوالي عام ٣٣٠ ق.م. فعلى سبيل المثال، قَسَّم الحيوانات إلى ذوات الدم وغير ذوات الدم، وبحسَب ما إذا كانت تمشي على اليابسة أو تطير في الجو أو تسبح في الماء. وقد ألَّف تلميذه «ثيوفراستوس» كتابين عن النباتات، مقسِّما إياها إلى مجموعات بحسَب المكان الذي تنمو فيه، وحجمها، والغرض الذي تستخدم فيه.

حياة لينايوس

تمنت أسرة كارل لينايوس أن يصبح كاهنًا، كأبيه. ولكنه كان شديد الشغف بالنباتات فتركوه يدرس العلم والطب بدلًا من ذلك.

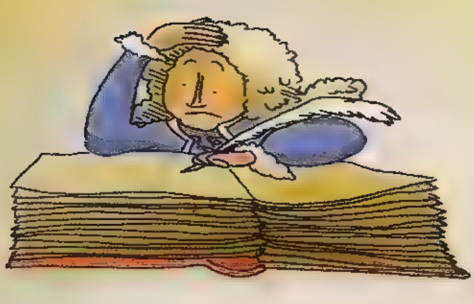
كانت الأسرة فقيرة، لكن حماس لينايوس أثّر في أصدقاء أثرياء كثيرين، أنفقوا على دراسته. أحب لينايوس تحرير قوائم طويلة بالكائنات الحية وإحكام كل التفاصيل.

نظام جديد

كان أرسطو وثيوفراستوس قد فتحا الباب لانطلاقة كبيرة، لكن تصنيفاتهما لم تكن دائمًا منطقية. فعلى سبيل المثال، تسبح أسماك السردين والسلاحف والحيتان كلها في البحر. ولكنها تتنفس وتتغذى وتتكاثر بطرق مختلفة تمامًا.

وفي القرون السادس عشر والسابع عشر والثامن عشر، بدأ الناس يستكشفون المزيد والمزيد عن العالم، واكتشف علماء الحيوان والنباتات آلاف الأنواع غير المعروفة من قبل من الأحياء. ولم يكن من الممكن أن تندرج كلها تحت فئات النظام القديم، لذلك ابتدع الناس الطرق الجديدة لتصنيف الأحياء. وكان أكبر الأنظمة وأهمها هو الذي ابتكره عالم طبيعة سويدي اسمه «كارل لينايوس» — ولا يزال أحد أشكاله مستخدمًا إلى اليوم.





في ختام حياة لينايوس، كان كتابه «سستيما ناتوراي»، أو نظام الطبيعة، قد بلغ أكثر من ٣٠٠٠ صفحة.

«نظام الطبيعة» عند لينايوس

وُلِد كارل لينايوس في السويد عام ١٧٠٧م، وعمل طبيبًا ومدرسًا للنباتيات (علم النبات). وقد انبهر بالنباتات واكتشف أنواعًا كثيرة بنفسه، لكن المستكشفون كانوا أيضًا يرسلون إليه عينات من النباتات والحيوانات التي كانوا قد جمعوها من أنحاء العالم.

وعلى مدار حياته، اشتغل لينايوس على طريقة جديدة لتصنيف الأحياء. وقد قسَّم منهجه النباتات والحيوانات إلى مجموعات، ثم قسَّم كل مجموعة إلى مجموعات أصغر، وهكذا دواليك. وبدلًا من فرزها بحسب المكان الذي تعيش فيه أو بحسب استخداماتها بين البشر، التفت لينايوس إلى أشكالها (تصميماتها) وكيف تعيش وتتكاثر.

لقد سجَّل نظامه في كتابه المعروف باسم «نظام الطبيعة». ونشر الكتاب لأول مرة عام ١٧٣٥م، ولكنه نقحه عدة مرات. وبحلول عام ١٧٧٠م، أدرج الكتاب قائمة بأكثر من ١٢,٠٠٠ كائن حي.

مستويات الحياة

استخدم لينايوس خمسة مستويات رئيسية في كتابه «نظام الطبيعة». فعلى سبيل المثال، كانت القطة الأليفة تنتمي إلى:

مملكة: أنيماليا (الحيوان)

طائفة (صف): ماماليا (الثدييات)

رتبة: كارنيفورا (اللواحم)

جنس: فيليداي (القطط)

نوع: فيليس كاتوس

واليوم نستخدم نظامًا تصنيفيًا ذا سبعة مستويات. فيأتي تصنيف القط الأليف على هذا النحو:

مملكة: أنيماليا (الحيوان)

شعبة: كوردتا (الحبليات، ذات الحبل الشوكي الظهري)

طائفة: ماماليا (الثدييات)

رتبة: كارنيفورا (اللواحم)

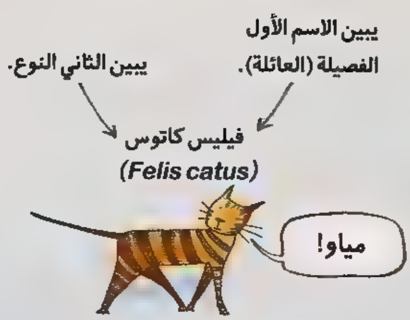
جنس: فيليداي (السنوريات)

فصيلة (عائلة): فيليس (القطط الصغيرة)

نوع: فيليس كاتوس

أسماء جديدة

قبل لينايوس، كانت للكائنات الحية بالفعل أسماء علمية، ولكنها كانت توصيفات لاتينية تقطع الأنفاس طولًا وقد تملأ عدة سطور. أما لينايوس فقد ابتكر نظام «التسمية الثنائية»، الذي بموجبه يكون لكل كائن اسم لاتيني ثنائي بسيط.



تكتب الأسماء اللاتينية دائمًا بالحروف المائلة، وتبدأ الكلمة الأولى بحرف كبير.

ما بعد لينايوس

منذ القرن الثامن عشر، اكتشف العلماء ملايين من الكائنات الحية، وأدخلوا تغييرات عديدة على نظام لينايوس. لكن الكثير من المجموعات النباتية والحيوانية التي سمّاها لا تزال مستخدمة، وكذلك طريقته الاسمية الثنائية.

اكتشفت القروش واسعة الفم في وقت متأخر عام ١٩٧٦. وأطلق عليها الاسم العلمي ميجاكازما پيلاجيوس.





كان «أنطوني فان ليو فينهوك» أول شخص يرى البكتيريا وحيدة الخلية في البلاك المترسب على الأسنان (اللويحات السنية).

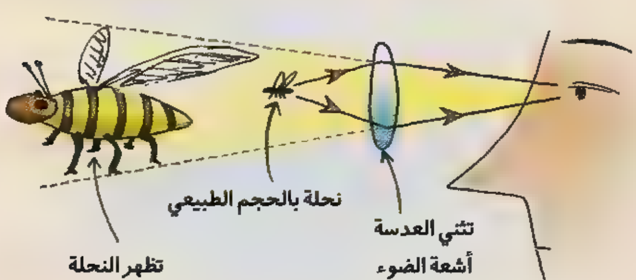
نحن مجرد خلايا

كل الأحياء مكوّنة من وحدات حية ضئيلة تسمى الخلايا. وهي صغيرة للغاية، فلا نستطيع حتى أن نراها. فكيف إذن اكتشفنا أمرها؟

اتساع الرؤية

في القرن السابع عشر، حدثت قفزة كبرى للأمام في العديد من مجالات العلم بفضل اختراع الميكروسكوبات (المجاهر) والتليسكوبات.

وطوال قرون، كان الناس قد استخدموا العدسات المنحنية لجعل الأشياء تبدو أكبر. ولكن في حوالي عام ١٦٠٠م، أدى التحسن في أساليب صناعة الزجاج وجلخ أو جرش العدسات إلى عدسات أفضل وأقوى بكثير. وتعلم الناس أيضًا أن يدمجوا عدستين أو أكثر للحصول على تكبير أشد.



العدسة هي قطعة زجاج منبعجة. وهي تجعل الأشياء تبدو أكبر بكسر (ثني) أشعة الضوء المارة بها.

أشكال الميكروسكوب

اخترعت أولى الميكروسكوبات في بواكير القرن السابع عشر. وكان هناك نوعان رئيسيان – المركَّب وذو العدسة الواحدة.

في الميكروسكوب المركب، كانت عدستان أو أكثر تنظم في صف. وصنع المخترع والمفكر الإيطالي جاليليو شكلًا مبكرًا منه عام ١٦٠٩. واستخدم روبرت هوك ميكروسكوبًا مركبًا قادرًا على التكبير ٣٠× (أي يجعل الأشياء تبدو أكبر ٣٠ مرة).



ميكروسكوب هوك

وكان بالميكروسكوب وحيد العدسة عدسة واحدة فقط. وقد صنع « فان ليوفينهوك» ميكروسكوبه الخاص القوي وحيد العدسة بنفسه. إذ صهر الزجاج لعمل عدسات مدورة صغيرة قادرة على التكبير حتى ٣٠٠×.



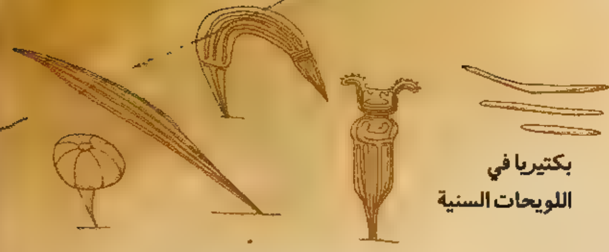
ميكروسكوب من صنع فان ليو فينهوك

خلايا هوك

كان «روبرت هوك» باحثًا إنجليزيًّا كبيرًا. وفي عقد ١٦٦٠م، بينما كان يعمل لصالح الجمعية الملكية (النادي العلمي الأول في العالم)، استخدم ميكروسكوبًا مزدوجًا لدراسة الأجسام الموجودة في الطبيعة. وفي ١٦٦٥م، نشر كتاب «ميكروجرافيا» أو «الصور الصغيرة»)، وهو كتاب يحتوي على رسومات مدهشة للأشياء الضئيلة ومن بينها صور لنبات الحزاز تحت الميكروسكوب، كانت الخلايا النباتية فيها مرئية بشكل واضح.



يبين رسم هوك لفلينة، كما تبدو تحت الميكروسكوب، خلايا النبات وهي تبدو مثل الغرف الصغيرة. يستخرج الفلين من جذع شجرة من أحد أنواع البلوط.



بكتيريا في اللويحات السنية

كائنات ميكروسكوبية (مجهرية) عثر عليها فوق شاطئ

أنجز فان ليو فينهوك رسوما تفصيلية للكائنات الضئيلة التي رآها عبر ميكروسكوباته.

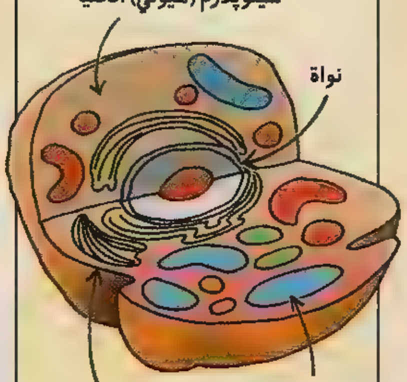
كائنات لزجة تجعلك تقشعر!

ألهم عمل هوك كثيرين غيره بالتمعن أكثر في الكائنات الحية. كان أحدهم هو «أنطوني ڤان ليوڤينهوك»، وهو تاجر أقمشة هولندي. كان ڤان ليوڤينهوك بارعًا في صنع عدسات الميكروسكوبات، التي استخدمها لفحص أقمشته عن كثب. ولكن بعد اطلاعه على كتاب «ميكروجرافيا» لهوك، قرر أن يدرس عالَم الطبيعة أيضًا.

وخلال عقد ١٦٧٠، اكتشف ڤان ليوڤينهوك أشياء متناهية الصغر، كالطحالب الخضراء، التي تعيش في مياه الشرب. كما درس اللويحة السنية، ورأى كائنات حية وحيدة الخلية، نعرفها الآن باسم البكتيريا. وفي ١٦٧٦م راسل الجمعية الملكية بخصوص هذه «الحوينات» أو الحيوانات الصغيرة. كان أعضاء الجمعية الملكية شديدي الاندهاش، وظنوا أن ليوڤينهوك هو حتمًا مجنون. ولكن بحلول عام ١٦٨٠م، أدركوا أنه كان محقًا. وقد وصف أيضًا وحدات خلايا جسم الإنسان، مثل خلايا الدم الحمراء.

داخل الخلية

عبر الزمن، عرف العلماء المزيد عن الخلايا. ووجدوا أن لكل خلية مقرها الرئيسي الخاص بها، أو نواتها، وأجزاء أخرى كثيرة. ويبين هذا الشكل التوضيحي بعض الأجزاء الرئيسية في خلية حيوانية:



ما تفعله الخلايا

بالتأكيد كان هوك وڤان ليوڤينهوك قد اكتشفا الخلايا، ولكن ماذا كان سبب وجودها؟ مع صنع ميكروسكوبات أفضل وأفضل، أمكن للناس أن ينظروا إلى الخلايا بتمعن أكثر، ورأوا أنها كانت وحدات بناء كل المواد الحية تمامًا كالطوب للمباني. وفي عقد ١٨٣٠، وجد خبير الخلايا التشيكي «چان پوركاين» أشكالا شتى من الخلايا في جسم الإنسان. وفي عقد ١٨٤٠، رأى العلماء تراكيب خيطية الشكل، سميت فيما بعد بالكروموسومات، داخل الخلايا.

وفي حوالي ١٨٨٠م، درس العالم الألماني «ڤالتر فليمنج» طريقة انقسام الخلايا إلى أزواج لعمل خلايا جديدة، بينما تصنع نسخا من كروموسوماتها إلى جانب ذلك. وقد سمى هذه العملية الانقسام الميتوزي (المغزلي أو الفتيلي). ولكن، ماذا كان الغرض من الكروموسومات، وكيف كان للخلايا أن تعرف ما تفعل؟ اكتشف المزيد في صفحة ٦٦ .



في الانقسام الميتوزي، تنقسم الخلية إلى جزأين لإنتاج خليتين جديدتين «بنويّتين». وبهذه الطريقة تنتج الكائنات الحية خلايا جديدة بحيث يمكنها أن تنمو وتعيد بناء ذاتها نفسها.

كيف تتمو النباتات



عندما تبذر بذورا في التربة، تنمو النباتات. إن جوزة بلوط واحدة يمكنها أن تنمو لتصبح شجرة بلوط باسقة، تزن عدة أطنان. ولكن النباتات، على خلاف البشر والحيوانات، لا تأكل. فمن أين تحصل على الغذاء الذي تحتاجه لتنمو أكثر وأكثر؟

غذاء من التربة

تأمل المفكر الإغريقي أرسطو طويلا في مسألة ماذا تأكل النباتات. ورأى أن النباتات لم تمتلك مَعِدة. فظن أنها حتما تستخدم التربة كمَعِدة من نوع ما، مع استخدام جذورها لشفط كل الغذاء والماء الذي تحتاجه من التربة.

هل تقتات النباتات على التربة؟

في حوالي ١٦٤٠عام، قام الباحث البلچيكي «چان باپتست ڤان هيلمونت» بتجربة لاختبار نظرية أرسطو (انظر يمينا). فملأ أصيصا كبيرا بالطينة، وزرع فيها شجرة صفصاف. وبعد مرور خمس سنوات، كانت الشجرة في وزن إنسان كامل النمو، لكن الطينة لم تختفِ. لقد ظلت كما هي تقريبا. ومن هنا، رأى ڤان هيلمونت أن النباتات لا «تأكل» التربة. فقرر أنها تبني أوراقها وأغصانها وسيقانها من الماء بشكل أساسي.

أصاب ڤان هيلمونت بقوله إن النباتات تحتاج الماء. فالشجرة تتكوّن بنسبة ٥٠٪ من الماء. ولكن ماذا عن بقيتها؟

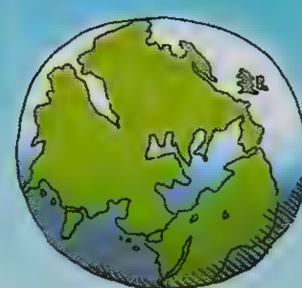
النباتات والهواء

في حوالي عام ١٧٢٠م، أجرى عالم الطبيعة الإنجليزي «ستيفن هيلز» المزيد من التجارب مستخدمًا النباتات. فزرع النباتات داخل غرف مغلقة، وقاس مستويات الهواء والماء حولها. ومن هنا اكتشف أن أوراق النبات تمتص الغازات من الهواء، وتخرج الماء، ورجّح أن الأوراق ربما تمتص الضوء أيضا. كان على حق، ولكن كيف كان ذلك يتم؟

أراد مصمم تجارب إنجليزي آخر، هو «چوزيف پريستلي»، أن يعرف كيف تغير النباتات الهواء من حولها. وفي عامي ١٧٧١ و١٧٧٢، أجرى هاتين التجربتين الشهيرتين:

الحياة على كوكب الأرض

تبدو الأرض شديدة الخضرة من الفضاء، بسبب بلايين النباتات التي فوقها.



ولولا النباتات، ما كنا لنوجد، وما كانت أغلب أشكال الحياة الأخرى لتوجد. يسمح التخليق (التمثيل أو البناء) الضوئي للنباتات بتحويل طاقة الشمس إلى شكل مختلف من الطاقة – المواد الكيميائية المخزنة في مادة النبات. تستمد الحيوانات الطاقة بأكل الحيوانات الأخرى التي تتغذى على النباتات. وكذلك تبقينا النباتات كلنا على قيد الحياة بامتصاص غاز ثاني أكسيد الكربون، وإطلاق غاز الأكسچين، الذي تحتاجه الحيوانات لتتنفس.



كان لهب الشمعة والفأر يحتاجان كلاهما إلى غاز الأكسچين – فاستنتج بريستلي أنه يأتي حتما من النباتات.

في هذا الوقت، كان الأكسچين والغازات الأخرى الموجودة في الهواء يجري اكتشافها للتوّ، على يد بريستلي وكيميائيين آخرين. وعلى مدار السنوات القليلة التالية، اكتشفوا أن أوراق النبات كانت تمتص غاز ثاني أكسيد الكربون وتبعث الأكسچين.

الضوء هو مفتاح الحل

في عام ١٧٧٩م، حاول عالم النبات الهولندي «چان إنچينهاوسز» اختبار النباتات في ظروف مضيئة ومظلمة. وأظهر أن النباتات كانت بالفعل تمتص ثاني أكسيد الكربون وتطلق الأكسچين – ولكن فقط عند التعرض لضوء الشمس. فقد كانت تحتاج الضوء لتنجح العملية.

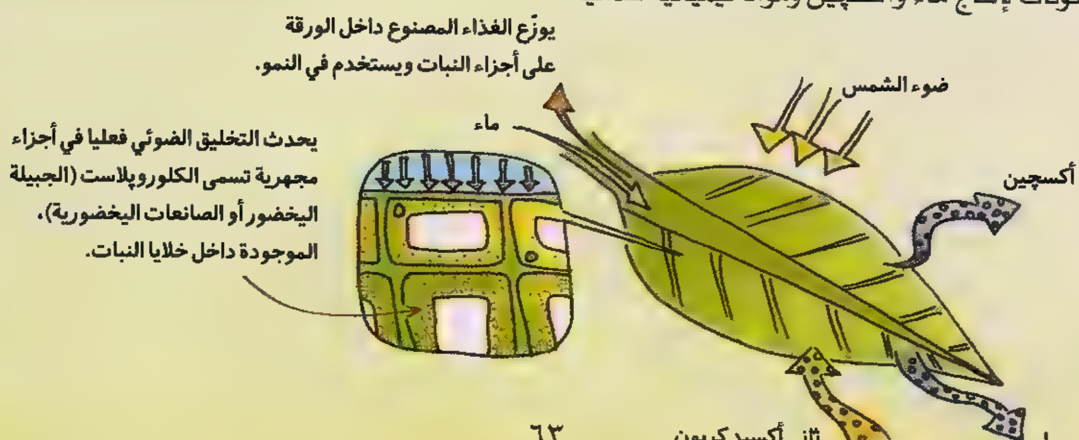
وفي عام ١٨٤٥م، ربط عالم ألماني، اسمه «يوليوس روبرت ڤون ماير»، بين كل هذه العناصر. فقد درس الطاقة، وكيف تتحول من شكل لآخر. ورأى أن النباتات تستمد طاقتها حتما من ضوء الشمس، مستخدمة إياها لصنع المواد الكيميائية التي تحتاج إليها لتنمية أوراقها وبقية أجزائها وتسمى هذه العملية «التخليق الضوئي». فأوراق النبات تمتص ضوء الشمس والماء وثاني أكسيد الكربون. وتتفاعل هذه المكونات لإنتاج ماء وأكسچين ومواد كيميائية غذائية.

اسم جديد

في القرن التاسع عشر، استعمل العلماء اسم «تمثيل» أو «تمثُّل» بقصد الطريقة التي تستخدم بها النباتات ضوء الشمس في إنتاج الغذاء. لكن الكلمة نفسها كانت تستعمل لوصف التغيرات الطارئة على أجساد الحيوانات (التمثيل الغذائي). وفي ١٨٩٣، قرر عالم النبات الأمريكي «تشارلز ريد بارنز» أن العملية الخاصة بالنبات تحتاج إلى اسم يخصها وحدها. وتفتق ذهنه عن خيارين:



...اللتين تعنيان على السواء، تقريبا، «البناء بالضوء» باليونانية. وصارت «فوتوسنثيسيز» هي المصطلح المستعمل على نطاق واسع.



قصة التطور



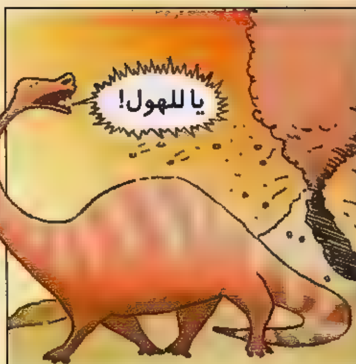
عاشت يعاسيب الميجانيورا منذ ٣٠٠ مليون سنة تقريبًا. وكانت تبدو مثل يعاسيب اليوم – ولكن عرضها بلغ ٧٠ سم!

منذ ٢٠٠ مليون سنة، عاشت الديناصورات والسحالي المجنحة واليعاسيب العملاقة على الأرض – ولم تكن هناك طيور ولا ثعابين ولا بشر. إننا نعرف ما نعرف عن الحياة في الماضي من الأحافير (انظر صفحة ٨١). ولكن لماذا تغيرت الكائنات الحية؟

المكتَشفات الأحفورية

في بدايات القرن التاسع عشر، درس خبير الحفريات الفرنسي الكبير «چورچ كوڤيير» آلاف البقايا الأحفورية المتحجرة. ووجد أن الحيوانات العائدة للماضي السحيق دائما ما كانت تشبه الحيوانات الحديثة.

فعلى سبيل المثال، كان حيوان الماموث غزير الصوف شبيها بالفيل الحديث، ولكنه لا يطابقه. كما رأى كوڤيير أن حيوانات قبل-تاريخية كثيرة كانت قد اندثرت، أيّ انقرضت.



قال كوفيير إن الحيوانات المنقرضة بادت حتما من جرّاء الكوارث الطبيعية، كالفيضانات. ويعتقد العلماء الآن أن هذا صحيح جزئيا. فربما انقرضت الديناصورات بسبب ثورات بركانية أو اصطدام كويكب بالأرض.

رقاب متمددة

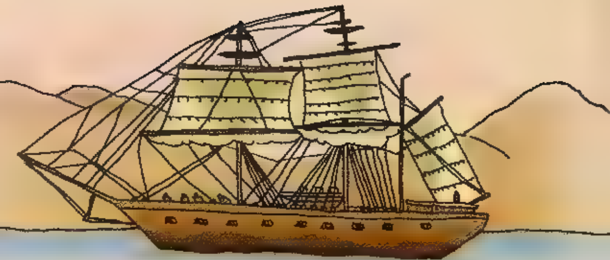
ظن كوڤيير أن الأنواع الحية رغم أنها قد تنقرض، فلا يمكنها أن تتغير. ولكن علماء طبيعة آخرين تساءلوا ما إذا كان بإمكان النوع أن «يتطور» («يرتقي»)، أو يتغير تدريجيا، عبر الزمن.

وظن «چان-باپتست لامارك» زميل كوڤيير أن الحيوانات قد تتغير خلال حياتها، ثم تورِّث هذه التغيرات إلى مواليدها. ويتصور أحد الأمثلة الشهيرة أن الزرافات ربما تكون قد حصلت على رقابها الطويلة بمدها للوصول إلى الطعام. لم يكن لامارك محقا تماما في هذه النقطة. فكما يعرف العلماء الآن، إذا تغير نبات أو حيوان في مدار حياته، لن يورِّث هذا التغير إلى مواليده. فمثلا، إذا فقدتَ ساقا من جرّاء حادثة، لن يولد أطفالك بساق واحدة. لكن لامارك قطع خطوة كبرى بالتفكير في الكيفية التي قد يسير بها التطور.

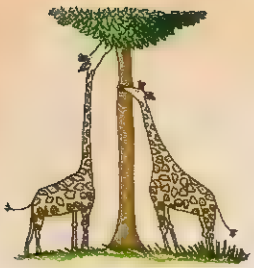


قال لامارك إن رقاب الزراف قد استطالت حتما وهي تحاول الوصول إلى الطعام على الأغصان العالية.

ظن لامارك إن الزرافة التي طالت رقبتها ستلد صغارا برقاب طويلة. واعتقد أنه، عبر الزمن، سيكون من شأن هذا إطالة رقاب الزراف أكثر وأكثر.



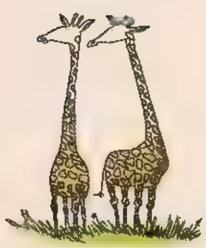
أبحر داروين على متن السفينة «بيجل»، وهي سفينة بحثية استطلاعية كانت مكلفة برسم خرائط لسواحل العالم.



١. لبعض الزراف رقاب أطول قليلا من غيرها. وحيث إن طعامه ينمو على الأشجار، يستطيع الزراف الأطول رقابا أن يصل إلى طعام أكثر.



٢. يميل الزراف الأفضل تغذية إلى العيش أطول وإنجاب مواليد أكثر. وهو يورِّث الصفات الشكلية لأجسامه إلى صغاره.



٣. على مر الأجيال، يعيش الزراف الأطول رقابا حياة أحسن، ويتغير النوع. وأخيرا، يمتلك كل الزراف رقابا طويلة جدا.

رحلة العمر

في عام ١٨٣١م، انطلق شاب إنجليزي، هو «تشارلز داروين»، في رحلة استغرقت خمس سنوات ضمن طاقم سفينة علماء طبيعة. كان لايزال في الثانية والعشرين من عمره ولم يكن عالما. ولكنه كان مهتما اهتماما شغوفا بالطبيعة. وأثناء الرحلة، جمع الكثير من الأحافير وعينات الكائنات الحية، ودوّن أكواما من الملاحظات والرسوم التخطيطية.

وبعد أن عاد في عام ١٨٣٦م، درس داروين وخرج بنظرية جديدة للتطور. وقد أسماها «الانتخاب الطبيعي». وقد بينت أن النوع يمكنه أن يتغير عبر الزمن، بسبب الفروق الطفيفة بين أعضاء النوع نفسه. وفكرة داروين الخاصة بكيفية حصول الزرافات على رقابها الطويلة مبينة إلى يسار الصفحة.

العقول العظيمة تفكر بنفس الطريقة

في البداية، أبقى داروين نظريته في طي الكتمان. فقد أدرك أنها قد تزعج الكثير من المسيحيين، الذين آمنوا بأن كل الأنواع كانت قد خلقت على حالٍ نهائية وتتصف بالكمال بعد خلق الأرض مباشرة.

ولكن في عام ١٨٥٨م، كتب عالم طبيعة آخر، هو «ألفريد راسِل والاس»، إلى داروين يفاتحه في نفس الأفكار. رأى داروين أن الوقت قد حان لإخراج نظريته إلى العلن. وبعد مرور عام، وفي ١٨٥٩م، نشر كتابا، بعنوان «عن أصل الأنواع»، يشرح نظرية الانتخاب الطبيعي.

وكما توقع، فقد سبّب ضجة، وهاج كثيرون من آباء الكنيسة. لكن بعضهم الآخر، وكذلك الكثير من العلماء، أيدوا داروين. ومنذ ذلك الحين، أخذ المزيد من الأدلة الأحفورية، وبالمثل اكتشاف الجينات (المورِّثات أو الإرثات) والحمض النووي (انظر صفحة ٦٦)، يدعم نظرية الانتخاب الطبيعي.

«البقاء للأصلح»

كثيرا ما استعمل داروين عبارة «البقاء للأصلح» لوصف الانتخاب الطبيعي. لكن الأصلح لم تكن تعني الأصحّ أو الأقوى. بل تعني الأكثر تكيُّفا، أو الأنسب. فالكائنات التي تنسجم مع بيئاتها المحيطة بشكل أفضل كانت فرصها في البقاء أفضل، وهكذا كانت «تُختار» أو «تُصطفى» من قِبل الطبيعة لتوريث سماتها إلى الجيل التالي. ويفسر هذا كيف تكيفت الأحياء لتتلاءم مع بيئاتها الأصلية بشكل جيد جدا.



كان بعض المسيحيين غاضبين عندما رجح داروين أن الإنسان ربما يكون قد تطور على مراحل بدلًا من أن يكون قد خُلق كاملًا على شكله الحالي. وقد سخروا منه بتشبيهه بقرد من القردة العليا.



الچينات والحمض النووى

بحلول عام ١٩٠٠م، عرف العلماء أن الكائنات الحية مكونة من خلايا. ولكنهم لم يعرفوا كيف تقوم الخلايا بوظيفتها. فمن أين للخلايا أن تعرف كيف تبني أجسامنا وتمرِّر هذه المعلومات من جيل إلى التالي؟

عندما يتزاوج نمر أب ونمرة أم، يكون الصغار دائما أشبال نمور. يبدو هذا واضحًا وغير محتاج لشرح، ولكن حتى مجيء القرن العشرين لم يعرف أحد كيف يتم الأمر.

ما الذى يجعل الأشياء كما نعرفها؟

ما الذي يجعل شجرة البرتقال شجرة برتقال، لا شجرة ليمون؟ وما الذي يجعل بعض البشر مختلفين عن غيرهم؟ ما الذي يمنح الناس شعرا داكنا أو فاتحا، أو عيونا زرقاء أو بنية؟ تكمن الإجابة في الچينات، الموجودة داخل خلايا كل كائن حي.

بازلاء حدائق مِندل

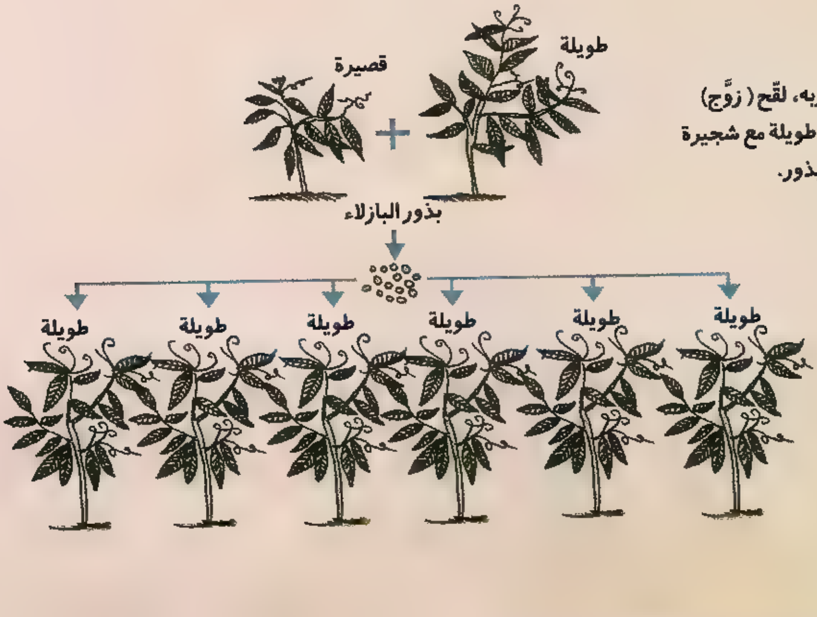
في عقد ١٨٥٠، كان راهب نمساوي المولد اسمه «جريجور مندل» يعمل مدرسا في أحد الأديرة. وفي وقت فراغه، كان يدرس نباتات البازلاء المزروعة في حديقة الدير. كان مندل مهتما بالطريقة التي تورث بها النباتات صفاتها من داخل بذورها. على سبيل المثال، كان لون الزهرة، وشكل حبة البازلاء وارتفاع النبات تورَّث كلها على مر الأجيال – تماما كما يمكن للبشر توريث صفات كطول القامة والشعر المجعد إلى أطفالهم. ومثل الإنسان، فإن نبات البازلاء له والدان. وكل بذرة مكونة من خلايا جاءت من نباتين مختلفين. صاغ مندل قواعد لشرح أيّ الصفات من أيّ الوالدين تمت وراثتها. وقرر أنه لابد من وجود نوع ما من الوحدات أو «العوامل» خاص بكل صفة – ولابد أن تكون هذه العوامل داخل الخلايا التي كونت البذور.

تحسين النسل

لم يفهم العلماء الچينات والـ«دي إن إيه» (دنا) إلا حديثا، لكن المزارعين كانوا يتعاملون معهم طيلة عصور. فقد كانوا ينتخبون (ينتقون) دائما أنفع النباتات والحيوانات لتتناسل معا. فعلى سبيل المثال، كانوا سيختارون القمح ذا الحبات الأكبر والأغزر لإعادة زرعه، إذ عرفوا أن هذه الصفات ستورَّث. ويسمى هذا بالاستيلاد الانتقائي (أو تحسين النسل).

وعبر الزمن، أنتج تحسين النسل محاصيل وحيوانات مزارع تبدو مختلفة عن أقاربها البرية.

من أجل إحدى تجاربه، لقّح (زوّج) مندل شجيرة بازلاء طويلة مع شجيرة بازلاء قصيرة لطرح بذور.



نمت كل البذور لتصبح شجيرات بازلاء طويلة. ورأى مندل أن «العامل» المسئول عن الطول لابد أن يكون أقوى من (أو سائدا على) العامل المسئول عن القِصَر.

علم الخلايا

نشر جريجور مندل نتائجه عام ١٨٦٦م، ولكنها لاقت التجاهل في البداية. ومع ذلك ففي هذه الأثناء، كان العلماء يدرسون الخلايا عن كثب أكثر وأكثر باستخدام الميكروسكوبات. وبحلول عام ١٨٨٠م، كانوا قد رأوا شعيرات تسمى الكروموسومات تنسخ نفسها داخل الخلايا. وبعد ذلك بقليل، رجح بيولوجيٌّ (عالم أحياء) ألماني، هو «ڤيلهلم روكس»، أن هذه الكروموسومات تحتوي على المعلومات التي تورث الصفات من الوالدِين إلى الصغار.

وفي بواكير القرن العشرين، وبعد وفاة مندل، أعيد اكتشاف عمله. وأدرك العلماء أن «العوامل» التي تكلم عنها — التي أعيدت تسميتها إلى «چينات» — لابد أن تكون موجودة في الكروموسومات. وعبر الأربعين سنة التالية، أجرى العلماء تجارب كثيرة في محاولة لمعرفة مِمَّ تتكون الچينات. وفي عام ١٩٤٤م، بيّن العالم الأمريكي «أوزوالد آڤيري» أخيرا أن الچينات تتكون من مادة كيميائية تسمى دي إن إيه DNA (دَنَا)، اختصارا لعبارة Deoxyribonucleic Acid (الحامض النووي الريبوزي منزوع الأكسچين).

كيف يعمل الحمض النووي

الحمض النووي أو الدنا، (DNA) هو جزيء - أيْ بنية مكونة من ذرات، أصغر الوحدات التي تكوِّن كل المواد. وهي تكون شكلا سلّميًا طويلا، مكونا من جزيئات أصغر متحدة معا. وتحتوي هذه الجزيئات الأصغر على أربع مواد كيميائية «قاعدية»، تسمى بالأدينين والسايتوثين والجوانين والثايمين، وتُعرف اختصارا بأحرفها اللاتينية الأولى A وC وG وT على الترتيب.

الچين هو سلسلة من الدنا تحتوي على قواعد في تتابع معين. ويؤدي هذا التسلسل وظيفة شفرة (وراثية). ويمكن للخلايا أن تتتبّع التعليمات المشفرة المحمولة في الچينات لعمل المواد الكيميائية التي تحتاجها.

والكروموسومات هي خيوط طويلة من الدنا موجودة داخل نواة، أو مركز تحكم، الخلية.

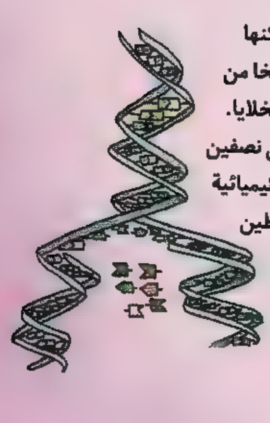
واطسون وكريك

في عقد ١٩٥٠، درس عالمان، هما «فرانسيس كريك» و«چيمس واطسون»، الدنا، في محاولة لاكتشاف شكله وبنيته بالضبط. واستخدمت عالمة أخرى، هي «روزاليند فرانكلين»، نوعا من التصوير الفوتوغرافي بالأشعة السينية لتكشف اتخاذ الدنا لشكل لولبي حلزوني مزدوج، مثل سلم خشبي دائري على شكل حلزوني. وبالاستفادة من هذه الحقيقة، ونماذج الجزيئات ثلاثية الأبعاد، استشف واطسون وكريك أخيرا كيف يعمل الدنا.



الچين هو قسم من الكروموسوم، يحتوي على تكوين نمطي (نسق) من القواعد تؤدي وظيفة شفرة.

يبين هذا الرسم التوضيحي بُنية الدنا. «درجات» السُّلَّم الحلزوني مكونة من أزواج من المواد الكيميائية تسمى قواعد. يكوّن الأدينين دائما ثنائيا مع الثايمين، ويكوّن السايتوثين دائما ثنائيا مع الجوانين.



تعني بنية الدنا أن الكروموسومات يمكنها بسهولة أن تصنع نسخا من نفسها عند انقسام الخلايا. ينقسم سلم الدنا إلى نصفين ويستخدم المواد الكيميائية المحيطة به لبناء خيطين جديدين.

حيوانات مدهشة

لقرون طويلة لم يعرف العلماء إلا القليل عن كيف تفكر الحيوانات وتتعلم وتتواصل. ولكن في القرن التاسع عشر، أدى الازدهار في العلم والاستكشاف إلى نشأة مجال معرفي جديد – الإيثولوچيا، أو دراسة السلوك الحيواني.

ح. ٣٥٠ ق.م. أرسطو

كان الفيلسوف الإغريقي العظيم أرسطو من خبراء الحيوانات الأوائل. وكان أول من اكتشف الكثير من الأشياء التي نعرفها اليوم عن الحيوانات.



ح. ١٨٨٠ رائحة العث السحرية

كان عالم الطبيعة الفرنسي «چان–هنري فيبر» واحدا من أوائل الإيثولوچيين. وقد درس الحشرات والعناكب وأجرى عليها التجارب في أواخر القرن التاسع عشر.



ح. ١٩٠٠ كلاب پافلوف

في عقد ١٨٩٠، كان العالم الروسي «إيڤان پافلوف»، يدرس لعاب الكلاب. فكان يقدم للكلاب الطعام ليجعلها تفرز اللعاب ليجمعه. وقد لاحظ أنها تستطيع تمييز وقت تقديم الطعام فتبدأ في افراز اللُّعاب مقدما.





جرّب «پافلوف» دق جرس عندما كان الطعام في الطريق. ووجد أن الكلاب تلقنت أن تريّل عند سماع الجرس، حتى إذا انعدم الطعام. كان قد اكتشف أن الحيوانات تستطيع أن تتعلم الربط بين إشارة وحدث.



عقد ١٩٣٠ الأوزة الأم

كان «كونراد لورينتس» إيثولوچيا نمساويا مشهورا بشغله مع أفراخ الأوز. فعندما كانت أفراخ الأوز تفقس من بيضها، كان يحرص على أن يكون أول ما تراه. فكانت تسير وراءه، ظنا منها أنه أمها!



«طبعت» أفراخ الأوز أول شيء تراه في ذاكرتها وكانت تتذكره. كان هذا الشيء في الأحوال الطبيعية هو أمها، لكن لورينتس أظهر أنه قد يكون أي شيء – حتى إذا كان صندوقا مجرورا بحبل.





١٩٦٠م قردة شمپانزي نبيهة

أنفقت الإيثولوچية البريطانية «چين جودال» عدة سنوات في دراسة قردة الشمپانزي في الطبيعة. وفي عام ١٩٦٠ رأت قردة شمپانزي تجرّد الأغصان الصغيرة من الأوراق الخضراء، ثم تدسها في أكمات النمل الأبيض، (أي في بيوتها الشبيهة بالتلال). وكان هذا دليلا على أن قردة الشمپانزي تصنع أدواتها الخاصة بنفسها.



حتى ذلك الحين، لم يعرف العلماء أن الحيوانات تصنع أدوات. في الحقيقة، فقد ظنوا أن صنع الأدوات كان هو ما يميز البشر عن الحيوانات. لذا تعين عليهم إعادة التفكير في معنى أن تكون إنسانا.

عقد ١٩٦٠ النحل الراقص

درس نمساوي آخر، هو «كارل فون فريش»، النحل في عقد ١٩٦٠. وكان يعتقد أن «رقصة الفيونكة» التي يرقصها داخل خلية النحل كانت تستهدف تعريف بقية النحل كيف يجد تجمعات من الزهور حلوة الطعم. فترقص النحلة لتخبر النحلات الأخرى كيف تصل إلى مصدر طعام عثرت عليه.



لم يستطع فون فريش إثبات نظريته إثباتا قاطعا. ولكن في عام ٢٠٠٣، ثبّت باحثون من المملكة المتحدة أجهزة تتبع ضئيلة على النحل ليروا أين يتجه- ووجدوا أن فون فريش كان على حق.

من عقد ١٩٦٠ وما بعدها لغة الحيوان

تتواصل الحيوانات بطرق عديدة، ولكن هل لديها لغات مثلما لدينا؟ لا يزال العلماء يحاولون الإجابة عن هذا السؤال الصعب.

١٩٦٧م

توصل العلماء في عام ١٩٦٧ إلى أن قرود الفيرفيت تستعمل نداءات تحذيرية من الحيوانات الخطرة تختلف باختلافها.

فعلى غرار الكلمات البشرية، يعبر كل نداء تطلقه قرود الفرفيت عن شيء ما:

خوش-خوش! = نسر

طق طق! = ثعبان

بق بق! = فهد





١٩٨٠ وما بعدها

منذ عقد ١٩٨٠، راحت الخبيرة الأمريكية المتخصصة في القردة العليا «سا فدچ رومباو» تعلّم قرد بونوبو (نوع من الشمپانزي) اسمه كانزي أن يفهم الكلمات والجمل البشرية، وأن يتواصل باستخدام لوحة مفاتيح مصغرة مكونة من الصور والرموز.



ماذا بداخلنا؟



بعد إزالة أحشاء جثة، كان المصريون يحفظون الجسم ويلفونه لعمل مومياء.



كانت الأحشاء تدفن بشكل مستقل في جِرار (أوانٍ) كانوبية، مثل هذه.

عرف الأوائل أن أجسامنا تحتوي على دماء وعظام وأشياء صغيرة ليفية وأجزاء أخرى. ولكن لم يكن من السهل اكتشاف كيفية عملها ككل — خصوصا حيث يتعين عليك سلخ البشر، أو تقطيعهم، إذا أردت دراسة التشريح البشري!

التشريح فى مصر القديمة

عندما كان الأثرياء يموتون في مصر القديمة، كانت جثثهم تُفتح وتزال أحشاؤهم بعناية. عرف المصريون الكثير عن أعضاء الجسم وأجروا العمليات الجراحية. ويصف كتاب دراسي يعود لحوالي ٤٠٠٠ سنة مضت المخ والكبد والكلى والمثانة ويبين اتصال القلب بالأنابيب (الأوعية الدموية).

جالين والإغريق

منذ حوالي عام ٤٠٠ ق.م.، استخدم الإغريق من أمثال أرسطو التشريح لدراسة أعضاء الجسم. وقد تعلموا الكثير عن العظام والعضلات وأعضاء مثل القلب والكلى. لكنهم كانوا يُشرِّحون أجساد القرود أو الكلاب أو الخنازير، التي لا تعمل دائما مثل جسم الإنسان.

اعتقد الإغريق أيضا أن الجسم السليم المعافى به تشكيلة متوازنة من أربعة «أخلاط»، أو سوائل: خلط دموي، وخلط بلغمي، وخلط سوداوي، وخلط صفراوي — وهو الاعتقاد الذي يعرف العلماء الآن عدم صحته.

وفي حوالي ١٥٠–٢٠٠م، ألف الطبيب اليوناني «جالينوس» (أو «جالين»)، كتبا عديدة عن التشريح. وقد ترجمت إلى العربية في القرن التاسع، ثم انتشرت عبر أوروبا. ولأكثر من ١,٠٠٠ عام، كانت الأفكار حول جسم الإنسان مبنية بشكل أساسي على الأخلاط الأربعة وتشريح الحيوان.

تشريح الإنسان

لم يكن تشريح الأجسام البشرية الحقيقية سهلاً أبدا. وقد حظره القانون في الغالب أو حرّمته الديانات.

وقد قامت قلة من الإغريق، من أمثال «هيروفيلوس»، بتشريح البشر فعلا، لكن أرسطو وجالين تعاملا بدلا من ذلك مع الحيوانات كالكلاب وقرود البابون. ففي عصر جالين، كان تشريح البشر محظورا.

لاحقا، سُمح لبعض الأطباء في أجزاء من أوروبا بتشريح جثث المجرمين الذين حكم عليهم بالإعدام. لكن ندرة عملية الإعدام أدت إلى نبش القبور لتوفير المزيد من الجثث.



في اسكتلندا، وفي القرن التاسع عشر، قتل مجرمان سيئا الصيت، هما «بيرك» و«هير»، ١٧ شخصا، لبيع جثثهم بغرض تشريحها.



كانت الحجامة علاجا طبيا رائجا لقرون كثيرة. وكانت مبنية على الفكرة الإغريقية القائلة بأن دماءك ربما تكون زائدة عن الحد، وتحتاج إلى سحب بعض منها.

أيكون جالينوس على خطأ؟



سبَّب كتاب فيسايلوس عن بنية جسم الإنسان ضجة كبيرة وأصبح من أكثر الكتب مبيعا. وكان فيسايلوس شديد الاعتزاز به.

في حوالي ١٥٤٠م، كان بروفيسور تشريح بلجيكي، هو «أندرياس ڤيسايلوس»، يعمل في جامعة «پادوا» بإيطاليا. وفي ذلك الوقت، كان معظم الدارسين يستخدمون كتب جالين ويفترضون أن كل شيء فيها صحيح.

لكن ڤيسايلوس لم يوافق على ذلك. ففي پادوا، كانت جثث المجرمين الموتى ترسل إلى الجامعة لتشريحها – وهو ما يعني أن ڤيسايلوس أمكنه دراستها عن كثب. وقد اكتشف أن جالين لم يكن قد شرَّح أجسام البشر على الإطلاق، وأن الكثير من أفكاره كانت خاطئة.

كتاب الجسم



هذا الرسم الشهير من كتاب فيسايلوس يبين عضلات الجسم.

ولوضع الأمور في نصابها الصحيح، دفع ڤيسايلوس لفنانين مهرة مقابل رسم رسومات توضيحية مفصلة للأجسام التي كان قد شرَّحها. وفي عام ١٥٤٣م نشر الرسومات في كتاب، بعنوان «دي هيوماني كورپوريس فابريكا» («عن بنية الجسم البشري»). ورغم أنه لم يكن سليما تماما، فقد كان أكثر وصف تفصيلي رآه العالم على الإطلاق لأجسامنا من الداخل.

غضب البعض لتجرؤ ڤيسايلوس على الطعن في جالينوس العظيم – لكن إنتاجه أطلق موضة تدعو إلى الدراسة المتمعنة الدقيقة لجسم الإنسان، ومهد الطريق لقرون من الاكتشافات الجديدة.

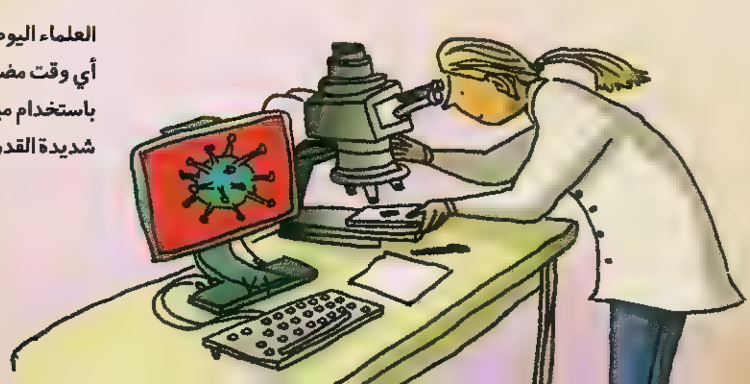
المزيد لنكتشفه



رسم مفصل بريشة فيسايلوس يبين أجزاء عديدة من المخ البشري.

مع تقدُّم الميكروسكوبات وعلمي الكيمياء والأحياء تقدمًا أكبر، اكتشف المشرِّحون المزيد والمزيد عما يفعله دمنا وعظامنا وعضلاتنا وأعضاؤنا. في الحقيقة، هم ما زالوا يصلون إلى اكتشافات جديدة. إن الجسم البشري معقد جدا، ولا يزال هناك المزيد لنتعلمه عن كيف تعمل أشياء مثل الخلايا والچينات.

العلماء اليوم يكتشفون ما هو أكثر من أي وقت مضى حول الجسم البشري، باستخدام ميكروسكوبات حديثة شديدة القدرة.





الجراثيم والمرض

الجراثيم كائنات حية ضئيلة يمكنها أن تسبب الأمراض. وهي في كل مكان – في الماء وفي الهواء وفي التربة وفي المنازل وفي جلدنا. ولكن، حيث إنها متناهية الصغر، استغرق الأمر قرونا لإدراك كيف يمكن للجراثيم أن تسبب المرض.

اليوم نعرف أن السعال والعطس تنشران الجراثيم التي يمكنها إصابة أشخاص آخرين بالعدوى. ولكن منذ ٢٠٠ سنة فحسب، لم يكن أحد يعرف حقا كيف تنتشر الأمراض.

أفكار قديمة

بنفس ما كان من شيوع الفكرة الإغريقية القديمة القائلة باحتواء الجسم على أربعة «أخلاط»، وأن الاحتواء على قدر أكبر من اللازم من أحدها قد يؤدي إلى المرض، شاع كذلك الاعتقاد بأن الأمراض تُرسلها آلهة غاضبة. في الحقيقة، استمرت تلك الفكرة واسعة الانتشار حتى بضع مئات من السنوات مضت فحسب.

ولكن، حتى في العصور القديمة، خمّن بعض الناس أن الأمراض قد تكون محمولة بواسطة مخلوقات ضئيلة غير مرئية.

...إن مخلوقات دقيقة محددة لا يمكن أن تُرى بالعين.. تسبح في الهواء وتدخل الجسم من الفم والأنف وتسبب هناك أمراضا خطيرة.



منذ حوالي ٢٠٠٠ عام، خمّن الكاتب الروماني «ماركوس تيرينتيوس فارو» كيف تعمل الجراثيم.

جراثيم من العدم

في القرن السابع عشر، رأى الناس الكائنات الدقيقة لأول مرة باستخدام الميكرسكوبات. ولكنهم لم يفهموا من أين تأتي الجراثيم، أو كيف تعيش.

ورجحت إحدى الأفكار السائدة – المعروفة باسم «التوالد التلقائي» – أن الكائنات الحية قد تظهر ببساطة من تلقاء نفسها، في الطين مثلا أو الخبز المتعفن.

في عام ١٦٦٨م، أجرى الطبيب الإيطالي «فرانشيسكو ريدي» هذه التجربة لاختبار نظرية التوالد التلقائي. وقد أظهرت أن دود العلق لم ينشأ من اللحم، ولكنه وصل من مكان آخر. إن دود العلق في الحقيقة يرقات ذباب وتفقس من بيض الذباب.

وضع ريدي اللحم في دورق مفتوح وتركه ليتعفن. وما لبث دود العلق أن ظهر على اللحم.



ولكنه إذا غطى الدورق لمنع الذباب من الدخول، انعدم وجود دود العلق.



أشكال الجراثيم

هناك أشكال مختلفة عديدة من الجراثيم.

البروتوزا (الأوالي) كائنات دقيقة وحيدة الخلية شبيهة بالحيوان.



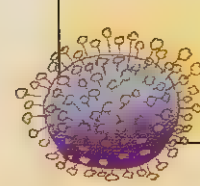
پروتوزون الملاريا

للبكتيريا أيضا خلية واحدة في كل منها. وهي تسبب أنواعا عديدة من العلل والأمراض المعدية.



جرثومة بكتيريا الكوليرا

الفيروسات هي جراثيم صغيرة جدا جدا. ويتعين عليها غزو الخلايا الحية من أجل أن تتغذى وتتكاثر.



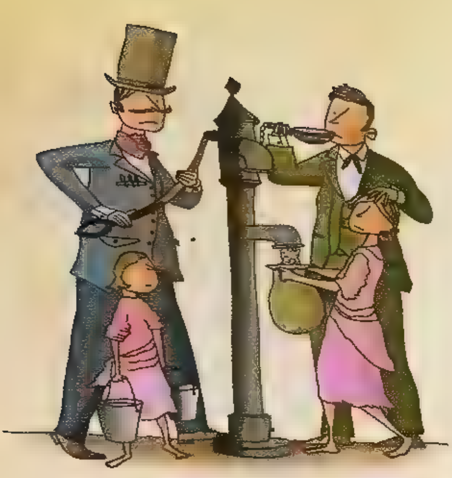
فيروس الإنفلونزا

انتشار المرض

تدريجيا، بدأ الناس يرون أن الأمراض، على غرار دود العلق، لم تكن تظهر هكذا تلقائيًا، بل كان يسببها شيء ما يمكنه أن ينتشر من شخص إلى شخص، أو يعيش في الماء أو القاذورات.

وفي عام ١٨٤٧م، وجد الطبيب المجري «إجناس سيميلوايز» أن الأطباء في مستشفى الولادة التي يعمل بها إذا غسلوا أيديهم بين علاج مريض وآخر، قَلّ من يمرضون منهم بشكل ملحوظ. لكن اكتشافه تم تجاهله وقتها.

وبعد سنوات قليلة، في عام ١٨٥٤م، درس طبيب إنجليزي، اسمه «چون سنو»، طرق انتشار حالات الكوليرا، وهي مرض فتاك آخر، فيما حول طلمبة مياه واحدة في لندن. كان شيء ما يحمل العدوى من مكان إلى آخر وأظهر بحث سنو أن الماء هو الذي كان يحملها.



قبل دراسة سنو للكوليرا، ظن الناس أن ما سببها هو تجمعات «هواء فاسد» تحوم في الأجواء.

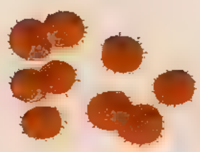
برهان من پاستير

ربط «لويس پاستير»، وهو عالم فرنسي، العديد من هذه الأفكار في عقدي ١٨٥٠ و١٨٦٠. وقد استخدم الميكروسكوپات وسلسلة من التجارب لإظهار أن الجراثيم تتكاثر فعلا وتسبب الأمراض، ويمكنها أن تتوزَّع في الجو وفي الماء وعلى أجسامنا.

توصل پاستير إلى أن الجراثيم تجعل الحليب يتخثر (يقطع أو يتجبن)، وأن تسخين اللبن يقتل الجراثيم.



وقد وجد الجراثيم التي تسبب الأنثراكس (الجمرة الخبيثة) وداء الكلب، واستخدمها لصنع أمصال (انظر صفحة ٧٤).



وبيّن أن الجراثيم كانت تُسبب فعلا المرض في المستشفيات. وكان استخدام المطهِّر لقتل الجراثيم يحافظ على سلامة المرضى.



سبَّب إنتاج پاستير العلمي ثورة في الطب وفي الحياة اليومية. واليوم، هناك أدوية كثيرة مصممة لقتل الجراثيم المسببة للأمراض. ونحن نعرف أن الحفاظ على نظافة المستشفيات ينقذ الأرواح. ونحن نسخن — أو «نبستر» — الأغذية لقتل الجراثيم وجعل الغذاء آمنا.

جرثومة أم لا؟

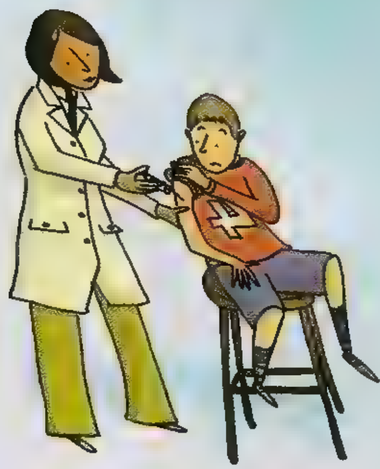
ليست كل الأمراض تسببها الجراثيم. فبعض أنواع السرطان والأمراض الوراثية (الچينية) مثل التليف الكيسي وأمراض عقلية لها أسباب أخرى. لكن فهم الجراثيم ساعد العلماء على منع انتشار العديد من الأمراض القاتلة الرئيسية في العالم وعلاجها علاجا شافيا، ومن بينها...



تجري الآن پسترة معظم أنواع الحليب والكثير من الأجبان.



لويس پاستير



التلقيح

لقد خضعت أنت إلى تطعيم واحد على الأقل في حياتك – أي لجرعة حقن تقيك من مرض خطير. ولكن كيف يعمل هذا التطعيم، وكيف اكتُشف لأول مرة؟

ناجون آمنون

عرف الناس منذ أمد طويل أن بعض الأمراض لا يمكن أن تصيب الإنسان إلا مرة واحدة في حياته. فأنت إذا أصبت بجدُري الماء (الحُماق) أو الحصبة أو النكاف، فإنك في الأغلب لن تصاب بها مرة أخرى. إذ يصبح جسمك «محصَّنا» (ذا مناعة) ضد المرض، مما يعني أنه يتعلم كيف يقاومها.

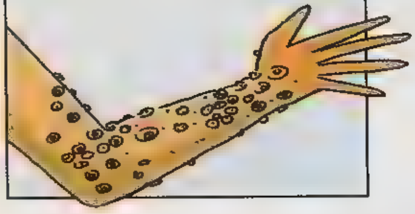
ويحدث هذا أيضا مع الجُدري، وهو مرض كان من يقتل ملايين البشر. وفي اليونان القديمة، كان من نجوا من الجدري يعتنون بمرضى الجدري، لأنهم لا يمكن أن يصابوا به مرة ثانية.

ومنذ ما يزيد على ٢٠٠٠ سنة في اليونان القديمة والهند، حاول الناس أن يحصنوا أنفسهم ضد الجدري. فكانوا يأخذون جُلْبة (قشرة متكونة فوق الجرح عند التئامه) أو بعض القيح (الصديد) من شخص يعاني من حالة خفيفة من الجدري يخدشون جلدهم به. فإذا أفلح ذلك، كان هذا يصيبهم بنفس الشكل الخفيف من المرض. وبعد ذلك، كانوا يصبحون محميين من التقاط الجدري إلى الأبد. وتسمى هذه العملية بالتلقيح أو التطعيم بالمصل.

حقائق عن الجدري

كان الجدري مرضا خطيرا جدا يسببه فيروس، قتل ما يصل إلى ثلث الأشخاص الذين التقطوه. وكان يسبب تكوّن أكياس ماء جلدية (حويصلات معبأة بالصديد) على كل الجسم والوجه، وكان من الممكن أن يبقى لدى من نجوا ندوب عميقة أو «بثور جدري».

كان الجدري ينتقل من شخص إلى آخر عبر السعال والعطس أو اللعاب أو الملابس الملوثة بالعدوى أو أغطية الفراش.

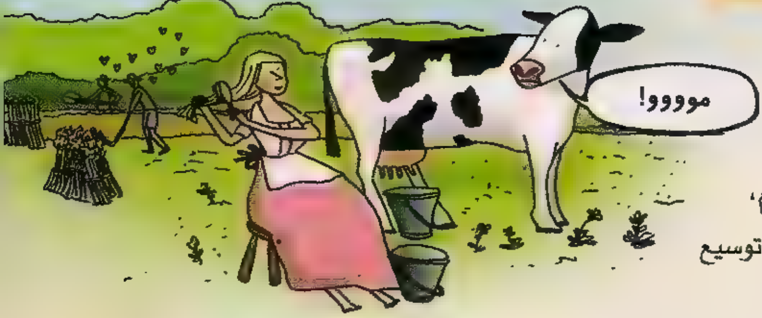


الليدى مارى ورتلى مونتاجيو

في سفرياتها إلى تركيا، عام ١٧١٨م، رأت السيدة «ماري ورتلي مونتاجيو»، وهي كاتبة إنجليزية، كيف تتم عمليات التلقيح بالمصل ضد مرض الجدري. كانت الممارسة قد امتدت إلى هناك من الشرق الأقصى. ولدى رؤيتها كيف كانت العملية تتم بشكل آمن، طعّمت الليدي مونتاجيو أطفالها. وقد عادت بمعلوماتها الجديدة إلى بريطانيا، وتدريجيا بدأ التطعيم بالمصل ينتشر في أنحاء أوروبا والولايات المتحدة.

عرفت الليدي ماري ورترلي مونتاجيو كيف يمكن للجدري أن يكون خطيرًا. فقد أصيبت به هي نفسها وهي طفلة، وترك ندوبه على وجهها – وقد مات شقيقها به.





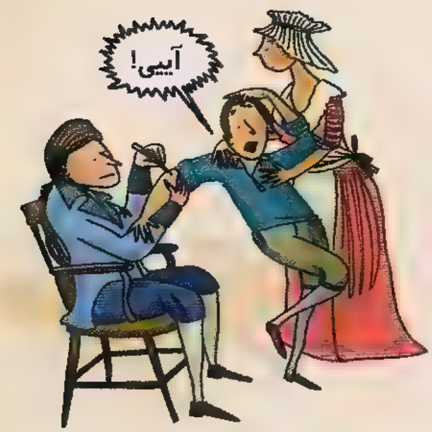
اشتهرت حالبات الأبقار ببشراتهن النقية. وكان هذا يعود لكون معظمهن قد أصبن بجدري البقر، فلم يصبن بالجدري قط.

عمل جِنر

كانت مشكلة التطعيم بالمصل أنها أحيانًا قد لا تسير على ما يرام، وتتسبب في هجمة مميتة من الجدري. وقد كانت أيضا تساعد على توسيع دائرة انتشار الجدري، وهو ما كان أخطر.

على كل حال، كان هناك مرض آخر، هو جدري البقر، شبيه جدا بالجدري ولكنه أقل خطورة بكثير. وقد علم الناس الذين يتعاملون مع الأبقار أن ما من أحد التقط جدري الأبقار من بقرة وحدث أن أصيب بالجدري.

وخلال القرن الثامن عشر، حاول العديد من الناس استخدام جدري البقر للوقاية من الجدري. لكن من أحدث فرقا كان «إدوارد جِنَر»، وهو طبيب وعالم طبيعة إنجليزي. فبعد أن سمع عن كيف أمكن لجدري البقر أن يحمي من الجدري، قرر اختباره. وفي عام ١٧٩٦م، أخذ بعض الصديد من جلد لبّانة مصابة بجدري البقر، وخدش به ذراع ابن بستانيّه ذي الثمانية أعوام، الطفل «جيمس فيپس».



لم يكن اختبار جنر على جيمس فيپس رحيما تماما! لقد نجا- لكن إجراء تجربة طبية خطرة مثل هذه على طفل لم يكن ليُسمَح به اليوم.

نجحت العملية!

أصيب جيمس بجدري البقر، كما هو متوقع، وتعافى. ثم حاول جنر أن يعديه بالجدري عدة مرات – ولكن كان جيمس قد أصبح محصّنا ضده. سمى جنر الأسلوب الجديد «vaccination» (حرفيا: الإبقار أو التبقير)، المشتقة من vacca، أي كلمة بقرة باللاتينية.

أعلن جنر نتائجه، وبعد بداية متباطئة، انتشر التلقيح في أنحاء العالم. أُنقذت ملايين الأنفس، وبحلول عام ١٩٨٠م، كان الجدري قد تم القضاء عليه. واليوم، لا توجد جراثيم الجدري إلا في بعض مختبرات العلوم.

اللقاحات اليوم

بعد جنر، طور العلماء لقاحات ضد مزيد من الأمراض، مستخدمين جراثيم مرضية ميّتة أو مخففة لا تسبب حالة مرضية وخيمة. واليوم، يطعَّم معظمنا ضد الحصبة والتهاب (شلل الأطفال) والسل وأمراض أخرى عديدة.

ما وراء الكلمات

يعني كل من «التلقيح» و«التمنيع» استخدام شكل مخفف أو ألطف من مرض لإكسابك مناعة. أما «التطعيم بالمصل»، فيعني استخدام نفس جرثومة المرض الذي تقي نفسك منه بكامل قوتها- لكن الأطباء يستخدمون العبارة أحيانا أيضا في وصف التلقيحات، التي تسمى أحيانا «تطعيمات».

المضادات الحيوية

المضادات الحيوية هي أدوية تقتل البكتيريا. ويمكن استخدامها للمساعدة على علاج أي شيء بدءا من التهاب الحلق أو عدوى صدرية إلى الأمراض الأخطر، مثل التهاب السحايا. وكما هو معروف، فقد اكتُشفت المضادات الحيوية بالصدفة.

القاتلات الطبيعية للجراثيم فى الأنف

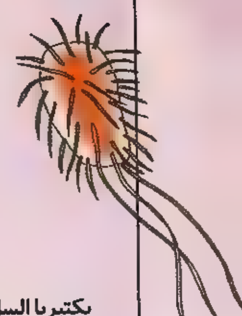
في الحرب العالمية الأولى (١٩١٤-١٩١٨)، عمل عالِم الأحياء البريطاني «ألكسندر فليمنج» طبيبا في المستشفيات العسكرية. ورأى جنودا لا حصر لهم يموتون بسبب جروح معارك حربية ملوثة بالبكتيريا. كان فليمنج خبيرا في البكتيريا، فبدأ بعد الحرب يبحث عن مواد كيميائية قاضية على البكتيريا. وفي عام ١٩٢٢م، وجد أن هناك مادة في نخامة الأنف – المعروفة كذلك بالمخاط – يمكنها قتل الجراثيم. وقد أسماها «ليزوزيم». ولم تكن قوية بما يكفي لاستخدامها كدواء، ولكنها أظهرت أن الكائنات الحية يمكنها إنتاج مواد كيميائية تقتل الجراثيم.

معجزة متعفنة

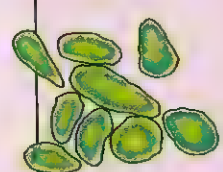
بعد سنوات قلائل، في ١٩٢٨، سافر فليمنج لقضاء عطلة، تاركا العديد من شرائح عينات الاختبار الخاصة ببكتيريا العنقودية (ستافيلوكوكوس) تنمو في معمله. وعند عودته، كان الكثير منها قد نما عليه العفن، وتعين التخلص منه. لكن فليمنج لاحظ أن في إحدى الشرائح، كانت بقعة عفن قد أحيطت بحلقة لم تتنامَ فيها البكتيريا.

هل البكتيريا سيئة؟

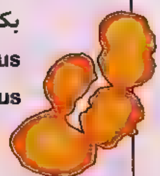
البكتيريا كائنات حية دقيقة، وحيدة الخلية. وليست كل البكتيريا ضارة بالبشر. فبعض الأنواع تعيش في أجسامنا وتعمل لخيرنا في الواقع، مثلا عن طريق مساعدتنا على هضم الطعام. ولكن القليل من البكتيريا يمكنه أن يسبب أمراضا وخيمة أو أمراضا معدية خطيرة، إذا مسّت الجروح المفتوحة.



بكتيريا الإشريكية القولونية، أو E. coli، قد تكون عديمة الضرر، لكن بعض أنواعها يسبب تسمما غذائيا وخيما.

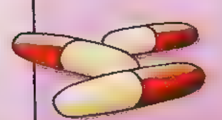


بكتيريا السل



بكتيريا العنقودية الذهبية Staphylococcus aureus، التي قد تسبب حب الشباب والتهاب السحايا والالتهاب الرئوي.

لقد أنقذت الأدوية قاتلة البكتيريا مثل هذه ملايين الأرواح.

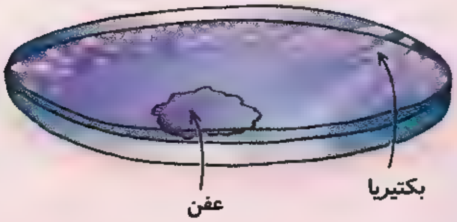


حبوب مضادات حيوية حديثة.



كان فليمنج معروفا بفوضويته وعدم تنظيف معمله.

كانت شريحة اختبار فليمنج مليئة بالبكتيريا، ولكنها لم تتنامَ قريبا من بقعة العفن.



البنيسلين

أدرك فليمنج وجود شيء ما في العفن لابد أنه المتسبب في قتل البكتيريا. فدرس عينة العفن واستخلص المادة الكيميائية القاتلة للجراثيم، التي أسماها (بنسيل) (لأنها كانت قلمية الشكل، و «قلم» بالإنجليزية يعني pencil). وفي الاختبارات، وجد أنها تستطيع قتل أنواع مختلفة عديدة من البكتيريا الضارة. وبعد سنوات قليلة أوقف تجاربه على البنسلين، ولكنه احتفظ بنتائجه ليستفيد منها الآخرون.

دواء من البنسلين

في عام ١٩٣٩م، أعاد عالمان في جامعة أكسفورد، هما «إرنست تشين» و«هاورد فلوري»، اكتشاف أبحاث فليمنج. ولأنهما كيميائيان، كانا يفهمان الجزيئات والعقاقير على نحو لم يتسنَّ لفليمنج، وهو عالم الأحياء. لقد درسا جزيء البنسلين، ووجدا طريقة لاستخلاصه وتحضير كميات كبيرة منه، بحيث يمكن استخدامه في علاج الأمراض المعدية والعلل.

وعندما أصبح الاكتشاف معروفا ومنتشرًا، صار فليمنج مشهورا جدا، مع أن هاورد فلوري وإرنست تشين قاما بعمل لا يقل أهمية عن عمله. وفي عام ١٩٤٥م، منحت جائزة نوبل في الطب إلى فليمنج وفلوري وتشين بالمشاركة.

المضادات الحيوية تبدأ عملها

بينما كان فلوري وتشين يشتغلان على البنسلين، اندلعت الحرب العالمية الثانية (١٩٣٩-١٩٤٥). وبنهاية الحرب، في عام ١٩٤٥م، كان البنسلين جاهزا للاستعمال، وساعد على إنقاذ أرواح آلاف الجنود الذين جرحوا في ساحة القتال.

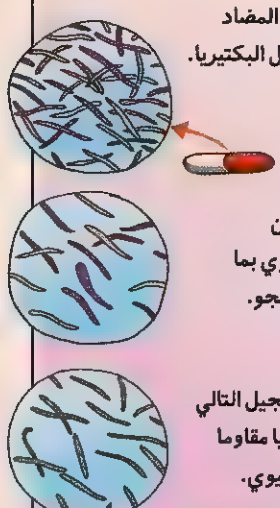
ومنذ ذلك الحين، اكتشفنا المزيد والمزيد من المضادات الحيوية الأخرى التي تكوّنها فطريات عفن وميكروبات أخرى. فهناك الآن مئات منها، مهيئة لتعالج الأشكال المختلفة من الأمراض.



درس إرنست تشين شكل جزيء البنسلين

مقاومة المضادات الحيوية

للأسف، فإن المضادات الحيوية لا تتصف بالكمال. فبعض البكتيريا تنجو منها أحيانا. ثم تتناسل هذه الجراثيم فائقة الصمود، وتكون جيلا جديدا من الجراثيم لا يستطيع المضاد الحيوي أن يقتلها. ويسمى هذا بمقاومة المضادات الحيوية، وهو نوع من التطور الارتقائي. إن تعاطيك المضادات الحيوية بحرص يساعد على التخلص من كل البكتيريا والوقاية من مقاومة المضادات الحيوية.

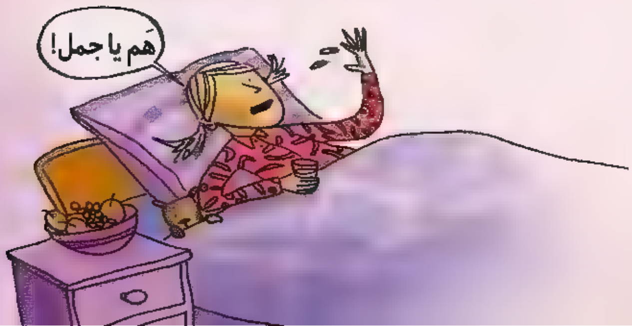


١. يستخدم المضاد الحيوي لقتل البكتيريا.

٢. القليل من البكتيريا قوي بما يكفي لأن ينجو.

٣. يصبح الجيل التالي من البكتيريا مقاوما للمضاد الحيوي.

لا يزال البنسلين مضادا حيويا شعبيا، ويستخدم في علاج أمراض مثل التهاب اللوزتين. ويمكن الآن تحضيره اصطناعيا في المعمل، بدلا من تجميعه من العفن.



أدوية من الطبيعة

منذ عصور ما قبل التاريخ اعتاد الإنسان مضغ الأعشاب للشفاء من الأمراض. ومنذ تلك الزمان، وعبر العصور، اكتشف العلماء المزيد من الظواهر والكثير من الطرق التي تتيح استخدام النباتات وغيرها من الكائنات الحية في مقاومة الأمراض. وحتى اليوم، لا يزال العلماء يكتشفون أدوية جديدة مصدرها عالم الطبيعة.

أدوية شهيرة ناجحة فعلا



الشاي هو المشروب العشبي الأكثر رواجا في العالم. وهو مفيد للقلب والأسنان.



يساعد أكل الثوم على تقليل ضغط الدم المرتفع.



يساعد الجِل (الهلام) المستخرج من نبات الصبار على إصلاح البشرة الضعيفة.



يمكن لعسل النحل أن يلطف نوبات السعال والتهابات الحلق.

١٠٢٥م تجريب الأدوية

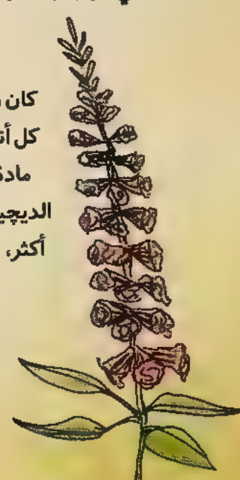
كتب العلامة الفارسي ابن سينا ١٤ كتابا حرّر فيها قائمة بالأدوية العشبية. والأكثر أهمية أنه وصف قواعد اختبار فعالية دواء من عدمها– الشيء الذي لم يقم به كثيرون بطريقة علمية في ذلك الوقت. على سبيل المثال، عند تجربة دواء، كان يتأكد من أن المريض لم تتحسن صحته لسبب آخر ما، وأن نفس الدواء يُحدث أثره على أشخاص مختلفين.



١٧٧٩م تحضير أدوية نقية (من الأعشاب فقط)

لم يستطع الدكتور «ويليام ويزرنج» أن ينجد أحد مرضاه كان يعاني من استسقاء القدمين (نتيجة قصور القلب). لكن الرجل تعافى بعد تناول أعشاب أعطتها له بائعة غجرية متجولة. وقد كشفت أن المكوّن الأساسي هو زهرة قفاز الثعلب الأرجواني (الديجيتال الأرجواني).

كان ويزرنج أيضا عالم نباتات حاذقا، فدَرَس كل أنواع قفاز الثعلب. وما لبث أن استخلص مادة كيميائية أسماها ديجيتاليس. يساعد الديجيتاليس القلب المعتل على النبض بانتظام أكثر، ولا يزال الأطباء يستخدمونه حتى اليوم.



في الحقيقة أزهار قفاز الثعلب سامة جدا. لذا لا يستخدم الأطباء الديجيتاليس إلا بجرعات صغيرة.

١٨١٧م



لمئات السنين عرف شعب الكيتشوا في غابة الأمازون المطيرة أن المسحوق المحضَّر من لحاء (قشرة جذع) شجرة الكينا يمكنه علاج مرض الملاريا علاجا شافيا.

وللتحقيق في هذا الأمر طحن الفرنسيان «بيير-جوزيف بيليتير» و«جوزيف-بيانيميه كافينتو» لحاء الكينا لإيجاد المادة الكيميائية المسئولة عن ذلك وقد أسمياها الكينين، وجلبا معهما تركيبتها إلى أوروبا.



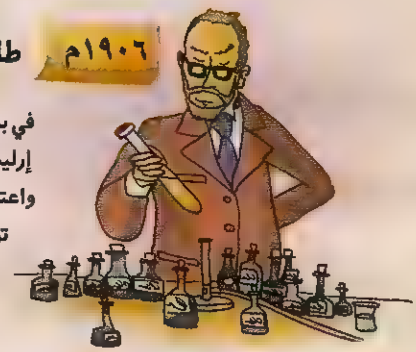
عقد ١٨٥٠ كافح الألم

أجرى فرنسي آخر، هو «شارل چيرهاردت»، بحثًا أكثر توسعا في لحاء الشجر، المأخوذ من شجر الصفصاف هذه المرة. فأنتج حمض الأسيتيلساليسيليك – الذي كان مسكّنا مدهشا للألم – لكنه لم يستطع أن يجعله نقيا بما يكفي.

عقد ١٨٩٠

وجدت شركة الأدوية الألمانية «باير» أخيرا طريقة لتحضير حمض الأسيتيلساليسيليك في صورة حبة دواء بسيطة. بل جاءوا باسم أكثر جاذبية: أسپرين. ألم الجسم وتورُّمه ينتجان عن مواد تنشئها إنزيمات تسمى إنزيمات كوكس COX. ويحدث الأسپرين أثره عن طريق وقف نشاط هذه الإنزيمات.

١٩٠٦م طلقات سحرية

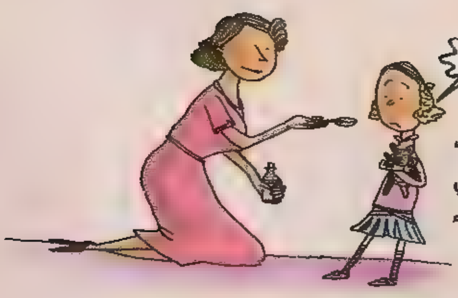


في بدايات القرن العشرين، كان الألماني «پول إرليش» منبهرا بالنظرية الجرثومية للأمراض. واعتقد أن لكل جرثومة حتما «رصاصة سحرية» توفرها الطبيعة ويمكنها قتل الجرثومة.

وفي عام ١٩٠٦ استخدم محلولًا غير مجرب أساسه الزرنيخ لعلاج مرض معدٍ معقد اسمه الزُّهري. فانتشرت فكرته عن «الطلقات السحرية» انتشار النار في الهشيم، وبدأ الأطباء حول العالم البحث عن نماذج أخرى.

١٩١٩م كنز الأسماك

كان الكيميائي البريطاني «إدوارد ميلينباي» مصمما على علاج مرض لين العظام علاجا شافيا. وقد اكتشف أنه لم يكن بسبب الجراثيم، ولكن بسبب نقص في مادة موجودة في زيت كبد القُدّ (ويعرف بزيت كبد الحوت). ولاحقا أسماها العلماء «فيتامين دي».



أثناء الحرب العالمية الثانية، كان يقدَّم لجميع الأطفال في بريطانيا زيت كبد القد كجزء من حصتهم الغذائية.



١٩٣٩م مُخْبِر التربة

درس الفرنسي-الأمريكي «رينيه دوبو» الميكروبات الدقيقة التي تعيش في التربة، أثناء بحثه عن مواد كيميائية قاضية على الجراثيم. وبعد ١٢ سنة، وجد أخيرا أن بعض البكتيريا تصلح لعمل مادة قاتلة للجراثيم أسماها جراميسيدين. وكانت إحدى المضادات الحيوية المبكرة.

اليوم رحلة البحث في الطبيعة

كل الحبوب الدوائية الحديثة تقريبا مكوناتها الأساسية هي مواد كيميائية وجدت أول الأمر في نبات أو حيوان. ولا يزال العلماء يفتشون في عالم الطبيعة للعثور على مواد كيميائية جديدة منجّية من الموت. كما أن الأطباء يعودون إلى علاجات قديمة، من قبيل استخدام دود العلق لمساعدة الجروح على الالتئام بصورة أسرع.



يستطيع الأطباء علاج الجروح الغائرة بوضع ديدان علق وليدة عليها. وهم يضمدون الجرح لإبقائه غير معرض للضوء. فتأكل ديدان العلق الجلد الميت وتساعد على التخلص من البكتيريا.



عظام الديناصورات

منذ ملايين وملايين السنين، عاشت الديناصورات على الأرض. كانت مجموعة من الزواحف، تمت بصلة قرابة إلى السحالي والتماسيح والسلاحف الحديثة. وكان الكثير منها ضخما – أكبر كثيرا من أكبر حيوانات اليوم البرية، أكبر حتى من الأفيال.

كانت هناك أنواع شتى من الديناصورات. كان بعضها يأكل النباتات، والبعض يأكل حيوانات أخرى– بما في ذلك الديناصورات الأخرى.

تنانين ووحوش

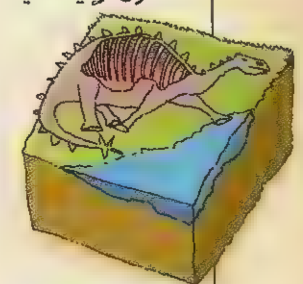
انقرضت الديناصورات منذ ٦٥ مليون سنة مضت، لكن الكثير من عظامها تحجّر وتحول إلى أحافير – طُمِر تحت طبقات من الطين والصخر، وحلت محلها المعادن تدريجيا. ربما وجد الأوائل هذه العظام الحجرية الضخمة في التراب، ورأوا أنها تبدو كمخلوقات هائلة شبيهة بالسحالي. ولعل هذا يفسر لماذا توجد في ثقافات كثيرة خرافات وأساطير عن الوحوش المخيفة والتنانين الشبيهة بالسحالي.

عظمة ساق العملاقش

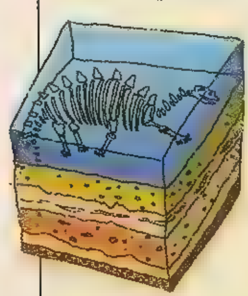
لم يبدأ الناس فعليا دراسة أحافير الديناصورات بطريقة علمية حتى مجيء القرن السابع عشر. وحتى في ذلك الوقت، لم يعرفوا ما هي. وفي عام ١٦٧٧م، ضم عالِم الطبيعة الإنجليزي «روبرت پلوت» رسما لعظمة فخذ متحجرة ضخمة إلى أحد كتبه. وقد ظن أنها كانت تنتمي إلى فيل، وأُحضرت إلى إنجلترا بواسطة الرومان – أو أنها قد تكون عظمة ساق عملاق بشري.

تكوين أحفورة

تستغرق الأحافير سنوات كثيرة لتتكون. وإليك ما يحدث:

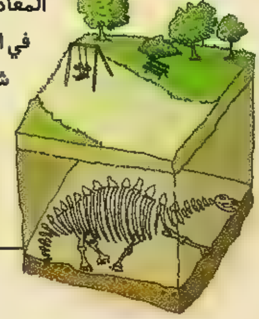


١. يموت حيوان ويتحلل جسده، وتبقى منه العظام.



٢. تتجمع طبقات الطين فوقها (خاصة إذا كانت العظام في قاع البحر). تتضاغط الطبقات وتتصلب في شكل صخر.

٣. يبدأ الماء الموجود في الصخر في إذابة العظمة، تاركا حيزا يتخذ شكل العظمة. وتدريجيا تتجمع المعادن المتحللة مائيا في الحيز، وتكوِّن شكلا عظميا من الحجر.



كانت العظمة المعروضة في كتاب روبرت پلوت تنتمي إلى الطرف السفلي من عظمة الفخذ. وكانت تبدو على هذا النحو:



وكانت عظمة الفخذ الكاملة ستبلغ حوالي متر واحد طولا...



...وإذا كانت تنتمي إلى إنسان عملاق، كان ارتفاع قامته سيبلغ حوالي ٤٫٢ مترا.



العثور على الأحافير

بحلول عام ١٨٠٠م، كانت البحث عن الأحافير هواية منتشرة. وكانت «ماري آننج» مكتشفة أحافير شهيرة تجمع الأحافير على الشاطئ في مدينة لايم ريجز الساحلية، بإنجلترا، بغرض بيعها إلى السياح وعلماء الطبيعة. ومنذ بلوغها سن ١٢، اكتشفت أحافير مهمة كثيرة.

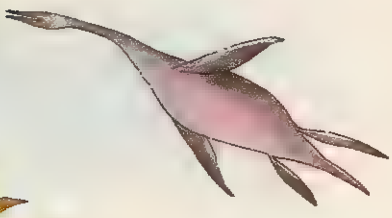
بحلول هذا الوقت أخذ الناس يبدأون في جمع كائنات ما قبل التاريخ قطعة قطعة وإعطائها أسماء. وفي عام ١٨٢٢م، عثرت «ماري آن مانتل» على سن أحفوري كبير. وظن زوجها، «جيديون مانتل» أنه كان يشبه سِنّ سحلية الإجوانا. وبعد العثور على أسنان أخرى عديدة، قرر أنها تنتمي حتما إلى زاحفة عملاقة، أسماها إجوانودون («سن الإجوانا»). وكان هذا أول ديناصور تتم تسميته.

وقريبا من الفترة الزمنية نفسها، درس عالم الجيولوجيا «ويليام بكلاند» عظاما كبيرة عديدة استخرجت من الأرض في إنجلترا. وقد اعتقد بأن هذه العظام، جنبا إلى جنب مع عظمة الفخذ الواردة في كتاب روبرت پلوت، تنتمي إلى زاحفة عملاقة أخرى. وقد أسماها ميجالوسوروس، وتعني «السحلية العظيمة».



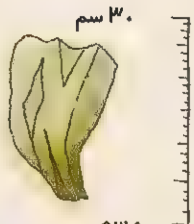
وجدت ماري آننج هياكل أحفورية كاملة لـ«إختوسور» (وهي زاحفة مائية من قبل التاريخ)، وپلسيوسور وپتيروداكتيل.

كان البلسيوسور زاحفة عائمة قبل-تاريخية ذات أهداب زعنفية وعنق طويل.





كان الپتيروداكتيل زاحفة طائرة عملاقة. وكان يمكنها الزحف في الهواء بانسيابية بجناحين من الجلد، مثل جناحي خفاش.

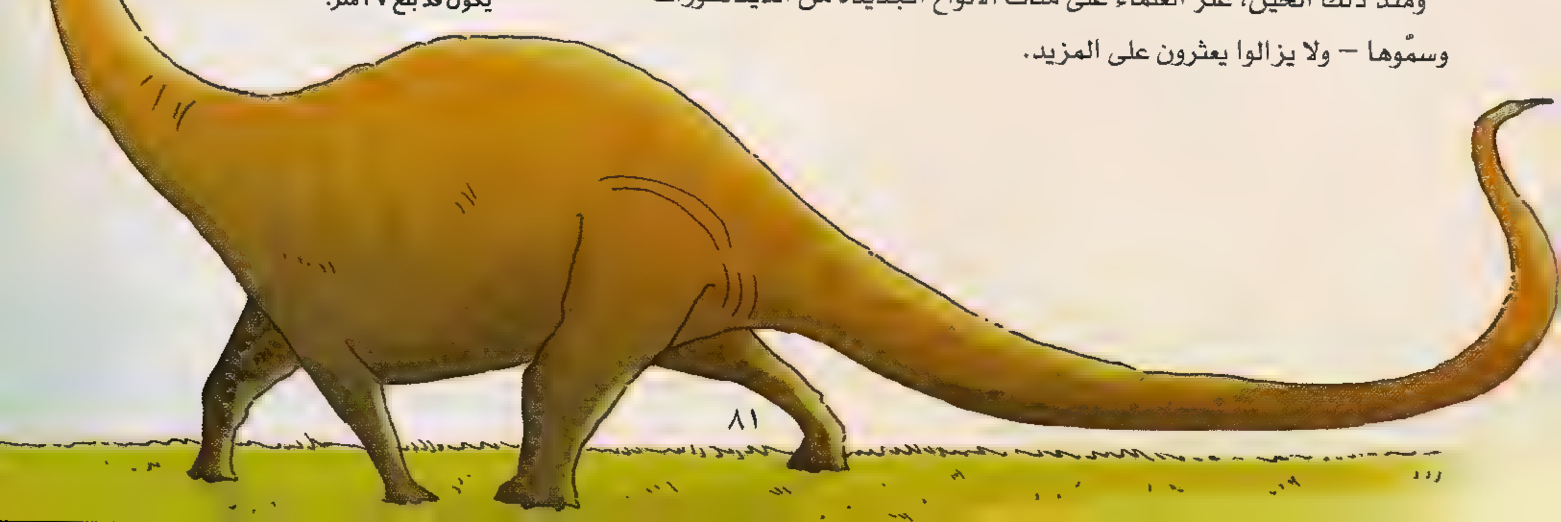


هذا أحد أسنان الإجواندون التي درسها الدكتور جيديون مانتل

السحالى الرهيبة

ولكن ما هوية كل هذه الكائنات؟ في البداية، ظنها الناس مجرد أشكال شديدة الضخامة من زواحف اليوم. لكن «ريتشارد أوين»، مدير متحف التاريخ الطبيعي بلندن، لم يوافق. وفي عام ١٨٤١م قرر أن السحالي العملاقة المتحجرة تنتمي إلى مجموعتها الخاصة بها. ومنحها اسما – الدينوسوريا، أو الديناصورات. ويعود أصلها إلى كلمتين يونانيتين، دينوس deinos، بمعنى «رهيبة»، وسوروس saurus، بمعنى «سحلية». الزواحف الطائرة والسابحة، من قبيل الپلسيوسور والسحالي المجنحة (الپتيروداكتيل)، ليست ديناصورات حقيقية، ولكنها تمت إليها بصلة قرابة.

ومنذ ذلك الحين، عثر العلماء على مئات الأنواع الجديدة من الديناصورات وسمّوها – ولا يزالوا يعثرون على المزيد.



اكتشفت عظام تنتمي إلى أحد أضخم الديناصورات على الإطلاق، الأرجنتينوسوروس، لأول مرة عام ١٩٩٣م. ويعتقد العلماء أن طوله ربما يكون قد بلغ ٢٧ متر.

طَفْلَة بيرْجِس

إذا كان من الصعب تخيل شكل الحياة في اليونان القديمة - أو في مصر في عهد الفراعنة - فما بالك بالحياة منذ ٥٠٠ مليون سنة؟ في عام ١٩٠٩م، حدث كَشْف أحفوري مذهل أظهَرَ عالَم من الحيوانات العتيقة المدهشة والغريبة.



من هو والكوت؟

وُلِد تشارلز دوليتل والكوت في نيويورك، بالولايات المتحدة، في ١٨٥٠. وقد أصبح في سن المراهقة شديد الاهتمام بالطبيعة والحفريات. فأصبح صائد حفريات، يعثر على الأحافير ليبيعها للمتاحف. وقاد هذا إلى حصوله على وظيفة مساعد الإحائي (عالم الأحافير) چيمس هول. وفي نهاية المطاف، أصبح والكوت رئيس دائرة المساحة الچيولوچية الأمريكية، ثم رئيسا لمتحف ومركز أبحاث مؤسسة سميثسونيان.

اكتشاف أحفورى

في عام ١٩٠٩م، خرج «تشارلز دوليتل والكوت»، وهو خبير أحافير أمريكي رائد، في رحلة بحث وراء الأحافير قاصدا المنطقة المحيطة بمدينة بانف في كندا. وفي أحد الدروب الجبلية، عثر صدفة على لوح صخري زاخر بأحافير جميلة محفوظة بحالة ممتازة تنتمي إلى طائفة ورقيات الأقدام أو براغيث ماء عتيقة.

أدرك والكوت أن اللوح قد سقط حتما من ارتفاع أعلى في الجبل، فانطلق في البحث عن الصخرة التي كان ينتمي إليها. واكتشف منطقة من الطَّفْل - وهو صخر رسوبي رخو ذي حبيبات ناعمة مكون من طبقات طينية منبسطة. وداخلها كانت هناك آلاف الأحافير البحرية المدهشة التي يعود تاريخها إلى العصر الكامبري الوسيط، منذ ٥٠٠-٥١٢ مليون سنة. وأسماها والكوت «طَفلة بيرجس»، تيمنا بجبل بيرجس المجاور.



تضمنت أحافير طَفلة بيرجس حيوانات عجيبة كثيرة لا تشبه الكائنات البحرية في عصرنا هذا. وتظهر هذه الرسوم شكلها المحتمل وهي على قيد الحياة.

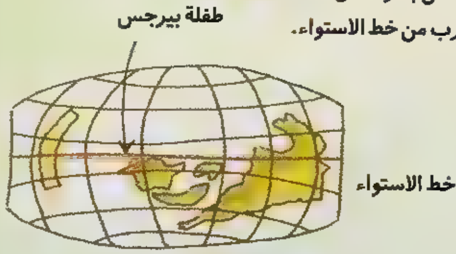
الفرز والدراسة

عبر السنوات الخمس عشرة التالية، عاد والكوت، ومعه ابناه «سيدني» و«ستيوارت»، إلى الموقع عدة مرات وجمع أكثر من ٦٥,٠٠٠ أحفورة. وقد أحضرها إلى محل عمله، مؤسسة سميثسونيان بواشنطن العاصمة. ولكن والكوت كان مشغولا للغاية، فمكثت هذه الأحافير في خزانات قديمة متربة لأكثر من ٥٠ عاما.

ثم، في عقد ١٩٦٠، بعد وفاة والكوت بزمن طويل، قرر عالم الأحافير «هاري ب. ويتينجتون»، وتلميذاه «ديريك بريجز» و«سايمون كونواي موريس»، دراسة الأحافير بعناية ليروا إلى أي نوع من الكائنات تنتمي.



تقع طفلة بيرجس اليوم في غرب كندا، ولكن منذ ٥١٠ مليون سنة مضت، كانت تشكل جزءا من بحر ضحل بالقرب من خط الاستواء.



حيوانات عجيبة

اندهش العلماء لأن الكثير من أحافير طَفّلة بيرجس لا تشبه أي نوع من الكائنات المكتشفة من قبل. وحتى ذلك الحين، افترض الناس أن الكائنات الحية في العصر الكامبري كانت بسيطة إلى حد ما، وأنه كانت هناك أشكال من الحيوانات أقل من الموجودة اليوم. ولكن، كشفت طَفلة بيرجس أنه كانت هناك عائلات كاملة مستقلة من الحيوانات أصبحت منعدمة الآن، وأن الحياة آنذاك كانت معقدة التنوع بصورة لا تصدق.

أرجل أم شوكات فقرية

أحد أغرب الحيوانات التي عثر عليها في طفلة بيرجس هو الهَلُوسيچينيا (جنس الهلوسيات) غريب المنظر. وعندما درسه «سايمون كونواي موريس» للمرة الأولى في عقد ١٩٦٠، قرر أنه كان يسير على شوكاته السطحية المدببة، مستخدما لوامسه لالتقاط الطعام، على هذا النحو:

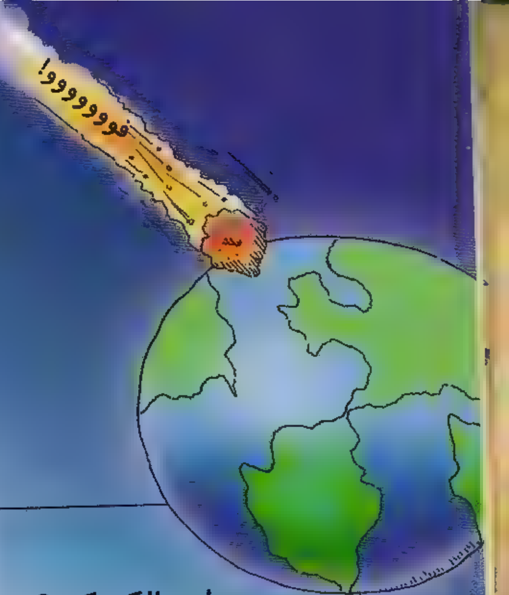


ولكن في عقد ١٩٩٠، قال عالمان آخران، هما «لارس رامسكولد» و«هو چيانچانج»، أن الهالوسيچينيا كان وضعها المعتدل حقيقةً هو العكس، حيث تستخدم المجسات في المشي والشوكات للحماية.

كيف حدث ذلك؟

لماذا حُفِظت أحافير طَفّلة بيرجس بهذا الشكل؟ أن معظم الأحافير تتكون عندما يكسو الكائنات الميتة الغرين المترسب إلى قاع البحر تدريجيا. لكن الدراسات الحديثة تظهر أن طَفلة بيرجس تكونت عندما انهمرت سلسلة من الانزلاقات الطينية المفاجئة في البحر الضحل، فطمرت الحيوانات حية وحفظت كامل أجسامها.





الاصطدام بالأرض

ماذا لو جاء كويكب جبار، قطره ١٠ كم، مسرعا عبر الفضاء وضرب الأرض، فأظلم السماء ومحا آلاف الأنواع من الكائنات الحية؟ في الواقع، لقد حدث ذلك بالفعل!

الوهدة الغامضة

في أواخر عقد ١٩٧٠م، كان «جلين پنفيلد»، وهو چيولوچي يعمل لصالح شركة بترول، يبحث عن أماكن صالحة للتنقيب عن البترول في البحر قبالة ساحل المكسيك. وبينما كان يدرس ما تم رسمه من خرائط للمنطقة، وجد، لدهشته، أن نسق الصخور تحت الأرض وتحت قاع البحر كان يُكوِّن شكلا حلقيا تاما، قطره ١٨٠ كم. كان نصفه يقع في البحر ونصفه في الماء، على الساحل الشمالي لشبه جزيرة يوكاتان المكسيكية.

ورأى پنفيلد أن الحلقة كانت تبدو كوهدة – الشكل الذي يكونه اصطدام جرم سماوي كبير بالأرض. ولكن لكي يُحْدِث وهدة بهذه الضخامة، فإنه بدون شك أنه كان جرمًا هائلًا .

أثرٌ من مخلَّفات كويكب

في هذه الأثناء، كان عالمان أمريكيان، هما «لويس ألفاريز» وابنـه «والتر ألفاريز»، قد عثرا على العنصر الكيميائي النادر «الإريديوم» في طبقة من صخور عمرها ٦٥ مليون سنة في مدينة جوبيو، بإيطاليا. يتوافر الإريديوم في الكويكبات، وقد اعتقد ألفاريز الأب والابن أن طبقة الإريديوم ربما تكون قد بقيت من كويكب كبير ضرب الأرض وهَيَّج الغبار حول العالم. ووجد علماء آخرون دليلا على وجود المزيد من طبقات الإريديوم البالغ عمرها ٦٥ مليون عام في أجزاء أخرى من العالم. ولكن، إذا كان كويكب قد اصطدم بالأرض، فأين كانت الوهدة؟

ما هو الكويكب؟

الكويكب هو جلمود من الصخر أو المعدن يدور في مدار الشمس. وتعني كلمة asteroid (كويكب بالإنجليزية) «شبيه بالنجم»، لكن أشباه النجوم هذه هي في الواقع أشبه بكواكب صغيرة (ومن هنا جاءت كلمة كويكب بالعربية أي تصغير كوكب)، يتراوح قطرها بين أمتار قليلة وما يزيد على ٩٠٠ كم. وهناك الآلاف من الكويكبات، ومعظمها بعيدة كل البعد عن كوكبنا. ولكننا أحيانا نعترض طريق كويكب مندفع فيضرب الأرض. وآثار اصطدام الكويكبات الكبيرة بحجم ذلك الذي في «يوكاتان» نادرة جدا، ولكن في يوم ما، قد يعترض طريقنا كويكب آخر ضخم.



عندما حطّ الكويكب، كانت المنطقة التي صدمها بحرا ضحلا. فأثار الاصطدام كميات ضخمة من الصخر والطين صانعا وهدة ضخمة، امتلأت فورا بمياه البحر.



الربط بين الخيوط

رغم أن پنفيلد أعلن اكتشافه عام ١٩٨١م، استغرق الأمر من مختلف العلماء ١٠ سنوات كاملة ليضعوا كل الحقائق جنبا إلى جنب. وأخيرا، في عقد ١٩٩٠، أظهرت الاختبارات التي أجريت في يوكاتان أن الوهدة كان عمرها يبلغ حوالي ٦٥ مليون سنة، وأن سببها كويكب جَسِيم قطره لا يقل عن ١٠ كم.

كارثة على الديناصورات؟

كويكب بهذه الضخامة من شأنه أن يكون قد ترك أثرا عبر العالم كله (بما فيه إيطاليا) وأن يكون قد مثّل كابوسا للكائنات الحية على كوكب الأرض. وبمثل ما كان سيسفر عن موجات تسونامي عملاقة في المحيطات وفيضانات هائلة، كان سيثير كميات ضخمة من الغبار والرماد ويبعثها إلى مدار الأرض، حاجبا ضوء الشمس ومفنيا النباتات. وبدون نباتات لتأكلها، كانت حيوانات كثيرة ستموت.

وتظهر الأحافير أن أنواعا كثيرة من الكائنات الحية، منذ ٦٥ مليون سنة – من بينها آخر الديناصورات – صارت منقرضة. ويعرف هذا التغير الكبير الذي طرأ على حياة الأرض عادة باسم «الحد ك–ت» (أو «الحد ط- ث») – أي الحد، أو الخط الفاصل، بين العصرين الكريتاسي أو الطباشيري (ك / ط) والترتياري أو الثالثي (ت / ث) من تاريخ الأرض (انظر إلى اليسار). وقد اتفق معظم العلماء على أن الكويكب الذي ضرب يوكاتان هو الذي أباد الديناصورات حتما، إلى جانب كائنات ما قبل تاريخية أخرى كثيرة.

لكن بعض الخبراء باتوا يعتقدون أن ذلك قد لا يكون صحيحا. فهم يقولون إن الكويكب ربما يكون قد اصطدم بالأرض قبل ٦٥ مليون سنة، وأنه لابد من وجود أسباب أخرى، حيث إن انقراض الديناصورات قد استغرق ملايين السنين. وتذهب إحدى النظريات إلى أن سلسلة من الثورات البركانية الهائلة وقعت، وكانت كارثية أكثر حتى من اصطدام الكويكب.

عصر الديناصورات

عندما انقرضت الديناصورات منذ ٦٥ مليون عام، كانت قد عاشت على الأرض دهرا. فقد ظهرت لأول مرة منذ ٢٣٠ مليون سنة خلال العصر الترياسي (الثلاثي). ولم تكن كل أنواع الديناصورات تعيش في نفس الفترة الزمنية. وعندما حط الكويكب، كانت الديناصورات المبكرة مثل البلاتيوصور والدپلودوكس منقرضة فعليا. أما الديناصورات التي كانت لا تزال متواجدة فقد شملت نوع التيرانوصور ركس والتريسراتپس.





البشر الأوائل

هل كان البشر دائما على نفس الصورة؟ أم هل تغيرنا عبر الزمن؟ في القرن التاسع عشر، أظهرت الكشوف الأحفورية أن أنواعا مختلفة من البشر عاشت على الأرض قديمًا.

١٨٥٦م

النياندرتال



في عقد ١٨٥٠، عثر عمال المناجم في محجر بوادي نياندر في ألمانيا على عظام أحفورة شبيهة بالبشر. فسلموها للعالم الألماني «يوهان فولروت». وأعلن هو وعالم ألماني آخر، «هيرمان تشافهاوزن»، أنهما اكتشفا «النياندرتال» (الإنسان النياندري).

١٨٩١م

آسيا أم أفريقيا؟

كان «تشارلز داروين» قد استنبط أن البشر ظهروا لأول مرة في أفريقيا. لكن أولى الأحافير القديمة للغاية عُثِر عليها في آسيا. فقد اكتشف «إنسان چاوة» في إندونيسيا على يد الهولندي «يوچين دوبواه».



١٩١٢م

إنسان شبيه بالقرد...



حسب داروين أيضا أن البشر الأوائل كانوا يشبهون قردا ذا مخ كبير الحجم. واعتقد صائد الأحافير البريطاني «تشارلز داوسون» أنه كان قد أثبت صحة هذا الكلام عندما وجد جمجمة وعظمة فك في پلتداون بإنجلترا...

...ولكن في عام ١٩٤٩، تبين أن ذلك كان ادعاء كاذبا. فقد جمع المحتال بين عظمة فك حقيقية من قرد وجمجمة إنسان حديث.

١٩٢٤م

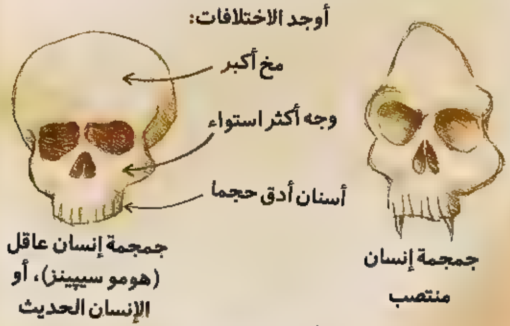
...أم قرد شبيه بالإنسان؟



استخرج العالم الأسترالي «راي دارت» جمجمة عمرها ٣ ملايين سنة وعظمة ساق في جنوب أفريقيا. وقد أوحت بأن البشر الأوائل ساروا منتصبين قبل أن تكبر أمخاخهم. كما أثبتت أن داروين أصاب عندما قال إن البشر قد ظهروا أولا في أفريقيا.

سُمِّي إنسان چاوة لاحقا «هومو إريكتس»، أي «الإنسان المنتصب». وقد عاش هذا النوع الإنساني المبكر الناجح تطوريا لأكثر من ١٫٥ مليون عام.

أوجد الاختلافات:



عقد ١٩٣٠

عائلة أحفورية

بدأ العالمان الكينيان لويس وماري ليكي البحث عن الأحافير في أفريقيا في عقد ١٩٣٠. ولا يزال ابنهما رتشارد وزوجته ميفي وحفيدتهما لويز يكشفان عن أحافير بشرية في أفريقيا إلى يومنا هذا.

١٩٦٢م

في عام ١٩٦٢م، اكتشف لويس وماري ليكي النوع البشري «هومو هابيليس» (وتعني «الإنسان الصانع» أو «الإنسان العامل»). كان هذا الإنسان المبكر يصنع الأدوات الحجرية منذ مليوني سنة مضت.

١٩٧٨م

ولاحقا عثرت ماري ليكي على دليل متمثل في بصمات أقدام يشهد على أن البشر المبكرين جدا كانوا يسيرون منتصبين.



آثار الأقدام التي تركها مخلوق من نوع أسترالوبيثكس (أي القردة العليا الجنوبية)، وهو حيوان سابق على الإنسان (قبل-إنساني) شبيه بالقردة العليا، عثر عليها في تنزانيا. وقد دلت على أنها لبالغين يسيرون جنبا إلى جنب مع أطفال.

عقد ١٩٨٠

كان الأحيائي نيوزيلندي المولد «آلن ويلسون» رائدا لطريقة جديدة في دراسة الأصول البشرية - إذ درس «دي إن إيه» البشر الأحياء ليرى إلى أي مدى نحن جميعا أقرباء.



الدي إن إيه الموجود في النواة وفي ميتوكوندريا الخلية يحمل مفاتيح للحل حول كيفية تطور البشر.

١٩٨٧م



أم البشر أجمعين

يورّث دي إن إيه الميتوكوندريا فقط من جانب الأم. وقد تقفى ويلسون وفريقه أثر هذا الدي إن إيه المأخوذ من أشخاص مختلفين من جميع أنحاء العالم ونسبوه إلى أم واحدة. وقد عاشت كفرد من قبيلة هومو سابينز في أفريقيا الجنوبية منذ حوالي ١٤٠٠٠٠ سنة.

شجرة عائلة البشر الأوائل



يعتقد بعض الخبراء أن الهومو سابينز ببساطة أباد النياندرتيين عن بكرة أبيهم وأي منافسين آخرين قابلوهم. ويقول آخرون إنهم جميعا أسلافنا.



كلنا من مادة، وهكذا حال كل شيء يمكننا أن نلمسه أو نمسكه. لذا فمن الغريب بعض الشيء أننا لا نعرف ما هي!

أمامنا المزيد لنكتشفه

إذا ظننت أن العلماء يملكون كل الإجابات، فأنت واهم! فهناك عُقَد وألغاز علمية كثيرة تظل بلا حل. ويتصادف بالضبط أنها أم الأسئلة الكبرى جميعا – التي تمس مسائل من قبيل طبيعة الزمن والمادة والحياة والجاذبية والتفكير.

لغز المادة

المادة هي قِوام الأجسام والخامات من حولنا أي إنها المحتوى الذي يكوم كل شيء. يعرف العلماء الكثير عن المادة. فقد وجدوا أنها مكونة من ذرات دقيقة، مكونة من أجزاء أدق كالبروتونات (الجسيمات الأولية) والنيوترونات (الجسيمات المحايدة). وتتكون هذه بدورها من أجزاء أصغر حتى من ذلك، مثل الكواركات والليبتونات أو الخُفَيفَنات.

ولكن ممّ تتكون تلك الأجزاء الصُغَيِّرة؟ لا أحد يعلم بالضبط، مع أن العلماء خرجوا بأفكار عديدة. وتقول إحداها، المعروفة باسم نظرية الأوتار أو النظرية الخيطية، إن كل شيء مكون من وحدات بناء رياضياتية صغيرة تسمى الأوتار أو الخيوط. ولكن بما أنها صغيرة للغاية فمن المستحيل رؤيتها أو اختبار النظرية.

مناقرات علمية

عندما يكتشف العلماء جديدا، فهم يتفقون بشكل عام عليه. ولكن هناك بعض الموضوعات البحثية التي يتجادلون بشأنها – على الأخص المشاكل الصعبة مثل المشاكل الواردة على هاتين الصفحتين. وينشر العلماء نتائجهم في الدوريات العلمية، ويناقشون أفكارهم على صفحاتها.



وقد يجتمعون في مؤتمرات أيضا، ويديرون مناقشات وجها لوجه!

بعد كل هذا الزمن

يتعين علينا على الدوام أن نتعامل مع الزمن، لذا نشعر كما لو أننا نعرف ما هو. ولكنك إذا حاولت أن تشرحه، فلن يكون الأمر سهلا.

هناك فكرتان أساسيتان عن الزمن. تقول إحداهما إنه جزء حقيقي من الكون، وإنه متصل بالأجزاء الأخرى من الواقع، مثل المكان والحركة. ويقول مفكرون آخرون إن الزمن ليس حقيقيا. إنه مجرد وهم – فهو فقط طريقتنا في وضع منطق للطريقة التي يبدو أن الأشياء تحدث بها في تسلسل. ومن الصعب جدا إثبات صحة أي من هاتين النظريتين – لذا فإن حقيقة الزمن لا تزال لغزا محيرا.





استيعاب الجاذبية

في سياق الحياة اليومية، يسري الشعور بالجاذبية كقوة تشدنا إلى الأرض. وفي الحقيقة، كل المواد لها جاذبية – أيّ قوة تجعل الأجسام تنجذب وتنشد لبعضها البعض. ولكن لِمَ؟ وكيف؟ فهل الجاذبية قوة شد تصل إلى ما هو عبر الفضاء لتحرك الأجرام؟ وإذا كان الأمر كذلك، فكيف تفعل ذلك؟ أم أن المادة تجعل المكان والزمان ينبعجان، بحيث تنجذب الأجسام نحو بعضها البعض، كما قال آينشتاين (انظر صفحة ٣٧)؟ إن الأفكار التي تتعامل مع الجاذبية صعبة الفهم للغاية، ولم يصل العلماء إلى إجماع بعد.

بالطبع فإن الجاذبية لا تجذبك في الواقع لأسفل – فهي فقط تجذبك نحو الأرض، أيّا كان اتجاهك بالنسبة إليها. وبما أنك جسم مادي، فإنك تجذب الأرض بشكل طفيف كذلك.

التفكير والمخ

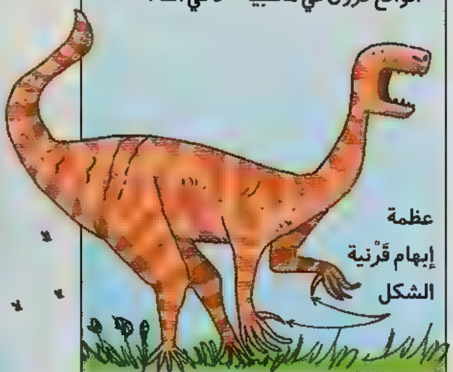
أنت تعلم ما هي الأفكار والأحاسيس، وتميزها عندما تخطر على بالك. بتعبير آخر، لديك «وعي». فأنت واعٍ بنفسك وأفكارك، أو مدرك لهما.

ولكن كيف يحدث ذلك؟ كيف يمكن لإشارات كهربية تتقافز بين خلايا المخ أن تبني الأفكار الواعية والخبرات ومفهوم الذات المستقلة؟ يقول بعض العلماء إن شيئا ما في المخ يجعلنا واعين. ويقول آخرون إن ذلك مجرد وهم، يسببه اتخاذ أمخاخنا لسلسلة متواصلة من القرارات.

حقائق متغيرة

العلم مكون من حقائق – ولكننا لا نستطيع أن نحدد ما الحقيقة إلا بالنظر في الأدلة، ومحاولة الوصول إلى معناها. ومع مرور الزمن، يجد العلماء أدلة جديدة، وطرقا جديدة للنظر في الأمور – لذا تتغير «الحقائق». وفي يوم ما، قد نهتدي إلى إجابات جديدة للألغاز المحيرة الواردة في هاتين الصفحتين – وبعض الحقائق الواردة في الصفحات الأخرى من هذا الكتاب ستتغير كذلك.

عندما اكتشفت حفائر الإجوانودون لأول مرة، قرر العلماء أن عظْمة قَرْنية الشكل تنسجم مع تكوين أنف الديناصور. ولاحقا، عثر علماء آخرون على مزيد من الأحافير، وفهموا أن الإجوانودون كانت لديه في الواقع قرون في مخلبيه – لا في أنفه.



فهم كل شيء!

غالبا ما يجد العلماء نظرياتهم عن الزمن والمادة وما إلى ذلك لا تتوافق. فإذا كانت إحداها صحيحة، لابد أن غيرها خاطئة. إن ما يريدونه حقا هو «نظرية كل شيء» – نظرية كلية جامعة، فكرة موحَّدة تفسر كل شيء في الكون. فهل سيجدونها أصلا؟ ربما، إذا أصبحتَ عالمِا، فقد تكون أنت من سيحل هذه المشكلة!



خط زمني للاكتشافات العلمية

ق.م.= قبل الميلاد
ح. = حوالي

٤٠٠٠ ق.م. المصريون القدماء يطورون نظاما للعد قائما على رقم الأساس ١٠.

ح. ٦٠٠ ق.م. طاليس يولد كهرباء ستاتيكية باستخدام الكهرمان وفراء قط.

٤٠٠ ق.م. الهنود القدماء يستخدمون الصفر في نظامهم للعد.

ح. ٣٥٠ ق.م. أرسطو يدرك أن الأرض كروية.

ح. ٢٥٠ ق.م. أرخميدس يكتشف كيف تطفو الأشياء.

ح. ٢٥٠ ق.م. إراتوستين يحسب محيط الأرض.

ح. ٢٠٠ ق.م. جالين يؤلف كتبا عديدة عن الجسم البشري والطب.

القرن التاسع الخيميائيون الصينيون يخترعون البارود.

١٠٢٥ ابن سينا يحرر قائمة بالأدوية.

١٥٤٣ كوبرنيكوس ينشر نظريته بأن الأرض تتحرك حول الشمس.

١٥٤٣ آندرياس فيساليوس ينشر دراسته المفصلة للجسم البشري.

١٦٠٠ المخترعون الإيطاليون يصنعون الترمومترات المبكرة الأولى.

١٦٠٠ ويليام جيلبرت يجري التجارب على الكهرباء.

١٦٠٠ جاليليو يدرس خواص البندول.

١٦٠٩ اختراع التليسكوبات يسمح بدراسة أكثر تمعنًا للسماء ليلا.

١٦١٠ جاليليو يكتشف أقمار المشتري وحلقات زحل.

١٦٣٣ جاليليو يحاكم لتأييده إنتاج كوبرنيكوس العلمي.

١٦٦٢ روبرت بويل يكتشف قانون بويل، الذي يختص بضغط الغازات.

١٦٦٥ روبرت هوك ينشر كتاب ميكروجرافيا، الذي يظهر الأجسام الضئيلة.

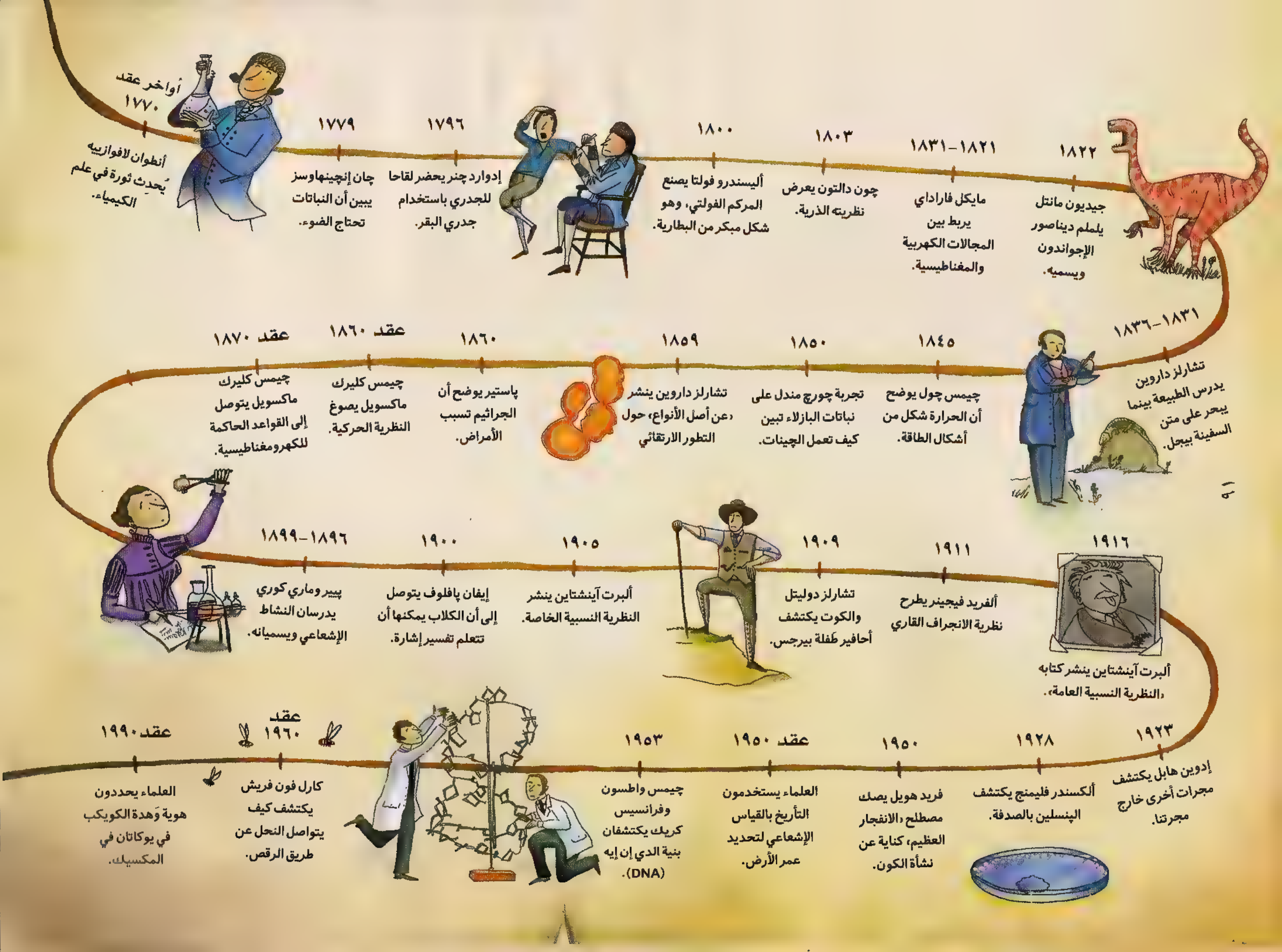
١٦٨٧ إسحاق نيوتن ينشر كتاب «المبادئ»، عن قوانين الحركة والجاذبية.

١٧٣٥ كارل لينايوس ينشر نظام الطبيعة، عن أنواع الكائنات الحية.

١٧٥٢ بنيامين فرانكلين يدرس الكهرباء باستخدام البرق وطيارة.

١٧٥٢ چوزيف بلاك يكتشف «الهواء الثابت» (ثاني أكسيد الكربون).

١٧٧١–١٧٧٤ چوزيف بريستلي يكتشف كيف تمتص النباتات الغازات وتطلقها. كما يكتشف الأوكسچين.



أواخر عقد ١٧٧٠
أنطوان لافوازييه يُحدث ثورة في علم الكيمياء.
١٧٧٩
چان إنچينهاوسز يبين أن النباتات تحتاج الضوء.
١٧٩٦
إدوارد چنر يحضر لقاحا للجدري باستخدام جدري البقر.
١٨٠٠
أليسندرو فولتا يصنع المركم الفولتي، وهو شكل مبكر من البطارية.
١٨٠٣
چون دالتون يعرض نظريته الذرية.
١٨٢١-١٨٣١
مايكل فاراداي يربط بين المجالات الكهربية والمغناطيسية.
١٨٢٢
جيديون مانتل يلملم ديناصور الإجواندون ويسميه.
١٨٣١-١٨٣٦
تشارلز داروين يدرس الطبيعة بينما يبحر على متن السفينة بيجل.
١٨٤٥
چيمس چول يوضح أن الحرارة شكل من أشكال الطاقة.
١٨٥٠
تجربة چورچ مندل على نباتات البازلاء تبين كيف تعمل الچينات.
١٨٥٩
تشارلز داروين ينشر «عن أصل الأنواع» حول التطور الارتقائي
١٨٦٠
باستير يوضح أن الجراثيم تسبب الأمراض.
عقد ١٨٦٠
چيمس كليرك ماكسويل يصوغ النظرية الحركية.
عقد ١٨٧٠
چيمس كليرك ماكسويل يتوصل إلى القواعد الحاكمة للكهرومغناطيسية.
١٨٩٦-١٨٩٩
پيير وماري كوري يدرسان النشاط الإشعاعي ويسميانه.
١٩٠٠
إيفان پافلوف يتوصل إلى أن الكلاب يمكنها أن تتعلم تفسير إشارة.
١٩٠٥
ألبرت آينشتاين ينشر النظرية النسبية الخاصة.
١٩٠٩
تشارلز دوليتل والكوت يكتشف أحافير طَفلة بيرجس.
١٩١١
ألفريد فيجينر يطرح نظرية الانجراف القاري
١٩١٦
ألبرت آينشتاين ينشر كتابه «النظرية النسبية العامة».
١٩٢٣
إدوين هابل يكتشف مجرات أخرى خارج مجرتنا.
١٩٢٨
ألكسندر فليمنج يكتشف البنسلين بالصدفة.
١٩٥٠
فريد هويل يصك مصطلح «الانفجار العظيم» كناية عن نشأة الكون.
عقد ١٩٥٠
العلماء يستخدمون التأريخ بالقياس الإشعاعي لتحديد عمر الأرض.
١٩٥٣
چيمس واطسون وفرانسيس كريك يكتشفان بنية الدي إن إيه (DNA).
عقد ١٩٦٠
كارل فون فريش يكتشف كيف يتواصل النحل عن طريق الرقص.
عقد ١٩٩٠
العلماء يحددون هوية وَهدة الكويكب في يوكاتان في المكسيك.

مسرد

احترار؛ احترار الكوكب؛ الدفيئة؛ احترار عالمي؛ احتباس حراري: زيادة في درجة حرارة كوكب الأرض يسببها تأثير الصوبة.

احتكاك: قوة مؤثرة تبطئ سرعة الأجسام عند جرها على بعضها البعض أو حكها في بعضها البعض.

أخلاط: أربعة أنواع من الموائع الخيالية ظن الناس يوما أنها تتحكم في الصحة والمرض داخل الجسم.

أشعة سينية؛ أشعة إكس (X-ray): نوع من الموجات الكهرومغناطيسية ذو طول موجي أطول من الضوء المرئي.

إلكترون؛ كُهْرُب: جسيم ضئيل مشحون يتحرك بسرعة شديدة حول نواة ذرة.

انجراف قاري؛ زحف قاري؛ انزلاق قاري: الحركة التدريجية للقارات عبر الكوكب.

انقسام ميتوزي: العملية التي عن طريقها تنقسم خلية إلى اثنتين لعمل خلايا جديدة.

إيثولوجيا: دراسة سلوك الحيوان.

بسترة: تسخين الحليب أو أغذية أخرى لقتل الجراثيم بها وجعلها آمنة.

بكتيريا: أحياء مجهرية يمكنها أن تسبب المرض.

بليون؛ مليار: ألف مليون أو ١,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠

بروتوزا: كائن حي شديد الضآلة يمكنه أن يسبب الأمراض.

تأثير الصوبة (greenhouse effect): اكتساب الكوكب دفئا بسبب تراكم غازات الصوبة.

تأريخ إشعاعي (radiometric dating): إجراء قراءة باستخدام مادة مشعة لتحديد عمر شيء ما.

تخليق ضوئي؛ تمثيل ضوئي؛ بناء ضوئي: العملية التي تستهدف بها النباتات تكوين غذاء باستخدام ضوء الشمس والماء وغاز ثاني أكسيد الكربون.

تريليون: مليون مليون أو ١,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠.

تشريح: علم دراسة الجسم البشري.

تشريح؛ سلخ: تقطيع النباتات أو الحيوانات وبَقْرُها لدراسة أجزائها الداخلية.

تصنيف: فرز الكائنات الحية (أو أشياء أخرى) في مجموعات وأصناف.

تضاريس: تشكيلات وملامح اليابسة، مثل الجبال أو الجروف (جوانب الصخر المنحدرة المرتفعة).

تطور؛ تطور ارتقائي؛ نشوء وارتقاء: أسلوب تغير الكائنات الحية عبر الزمن.

ثقب أسود: نقطة كثيفة متناهية الصغر في الفضاء تسحب داخلها المادة والضوء.

جراثيم: كائنات حية صغيرة، مثل البكتيريا والفيروسات، تسبب المرض.

جزيء: أصغر جسيم محتمل من مركب كيميائي، مكون من ذرات مترابطة.

چينات؛ مورثات: سلاسل من الدي إن إيه تحفظ معلومات مشفرة لبناء أعضاء الجسم.

حفرية؛ أحفورة؛ متحجرة: الشكل الذي يتخذه كائن حي أو بقاياه، محفوظا داخل صخرة.

حمم بركانية؛ حمم: صخر منصهر من داخل الأرض يتدفق خارجا من تحت سطح الأرض.

خلايا: وحدات دقيقة تتألف منها الكائنات الحية.

خيمياء: شكل قديم من الكيمياء اشتمل على السحر والطلاسم.

دنا؛ دي إن إيه (DNA): (اختصارا لعبارة Deoxyribonucleic Acid) جزيء سُلَّمي الشكل حلزوني مزدوج تتكون منه الچينات.

ذرات: جسيمات دقيقة تتكون منها المادة.

ذرة بدئية؛ ذرة بدائية: جسم كروي صلب نظري من

المادة تمدد منه كل شيء موجود في الكون.

ستاتيكي؛ ثابت؛ ساكن: كَوْن الشيء في الحالة الساكنة أو المستقرة.

سنة ضوئية: المسافة التي يقطعها الضوء في سنة – حوالي ٩،٥ تريليون كم.

طاقة: القدرة على عمل شغل أو إحداث الأشياء.

طول موجة؛ طول موجي: المسافة من نقطة على موجة لنفس النقطة على الموجة التالية.

عالم إحاثة؛ إحاثي: عالم يدرس الأحافير.

عالم طبيعة: عالِم يدرس عالَم الطبيعة والحيوانات والنباتات.

عدد أولي: عدد لا يقبل القسمة إلا على نفسه وعلى الواحد.

عدد مركب: رقم غير أولي.

عصر جليدي: فترة باردة بشكل استثنائي في تاريخ الأرض.

عنصر: أبسط أشكال المواد الكيميائية.

غاز الصوبة (greenhouse gas): غاز في جو الأرض، من قبيل ثاني أكسيد الكربون، يعكس الحرارة ويردها إلى الأرض.

فلكي: عالِم يدرس الفضاء والكواكب والنجوم.

فوتون: عبوة ضئيلة من الطاقة الضوئية.

قطر: المسافة التي يقطعها الخط المار بمنتصف دائرة أو كرة.

قمري: له علاقة بقمر الأرض.

كائن دقيق؛ عضية دقيقة: كائن حي ضئيل.

كثافة (density): مقدار المادة المطلقة في مادة معينة بالمقارنة مع حجمها.

كروموسومات؛ صبغيات (chromosomes): خيوط من الدي إن إيه موجودة داخل خلايا الكائنات الحية.

كهرومغناطيسية: شكل من أشكال الطاقة ينتقل في صورة موجات.

كوكب: كرة هائلة من الصخر تدور في مدار نجم، من قبيل الشمس.

كوكب خارج–شمسي: كوكب خارج نظامنا الشمسي.

كوكب قزم: نوع من الكواكب الصغيرة.

كوكبة؛ مجموعة نجمية: مجموعة من النجوم تظهر لنا وكأنها تكوِّن نسقا لشكل.

كون متعدد: تجمُّع محتمل لأكوان مختلفة كثيرة.

كون؛ وجود: اسم يطلق على كل شيء موجود وكل المكان والزمان.

كويكب: قطعة ثخينة من الصخر تدور حول الشمس.

لا نهائية؛ لا نهائي؛ مطلق: مقدار أو رقم لا نهاية له.

مادة: الشيء الذي تتكون منه كل الأجسام والخامات.

مبرهَنة: مقولة في الرياضيات يمكن إثباتها والبرهنة على صحتها بالقوانين الرياضياتية.

محيط دائرة: المسافة الكاملة بطول حافة دائرة أو كرة.

مركب كيميائي: مادة مكونة من ذرات مختلفة، متحدة بروابط في صورة جزيئات.

مركزية شمسية: النظرية القائلة بأن الأرض والكواكب الأخرى تدور في مدارات حول الشمس.

مضادات حيوية (antibiotics): أدوية مضادة للبكتيريا تصنع من فطريات العفن أو كائنات دقيقة أخرى.

منقرض: هو نوع حيوي اندثر ولم يعد موجودا.

نباتيات: علم دراسة النباتات.

نسبية: نظرية تصف بنية المكان والزمان.

نشاط إشعاعي: شكل مضر من الطاقة تبعثه بعض المواد.

نظام شمسي: مجموعة شمسية؛ منظومة شمسية، شمسنا، الشمس التي نتبعها، والكواكب والأجرام الأخرى التي تدور في مدارها.

نظرية حركية: نظرية تفسر الحرارة باعتبارها حركة زائدة للذرات أو الجزيئات داخل مادة نوعية.

نهر جليدي: نهر من الجليد المتجمد يتحرك تدريجيا لأسفل منحدر من فوق التلال.

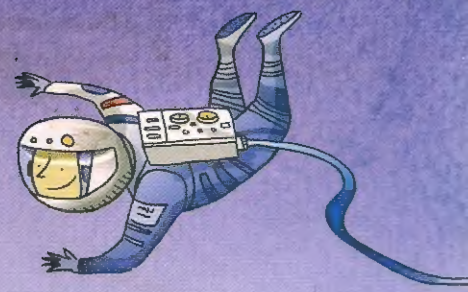
نواة: الجزء المركزي من ذرة.

وهدة: حفرة ينشئها اصطدام نيزك أو كويكب.

يدور: أنْ يدور الجسم أو الجرم في مدار حول جرم آخر.

فيروس: كائن ضئيل يمكنه أن يسبب الأمراض عندما يغزو خلايا الجسم.

الفهرس



قصة
العلوم



منذ أن بدأ التاريخ البشري، والناس يتساءلون كيف تعمل الأشياء، وما الذي يجعل عالمنا على النحو الذي هو عليه. وبفضل آلاف السنين من التجارب والأفكار، فقد اكتشفنا أشياء من كل شكل ونوع ولون! يقدم لكم هذا الكتاب العقول اللامعة واللحظات المثيرة التي أعقبتها أعظم الاكتشافات العلمية في التاريخ: الثقوب السوداء، الأقمار، المغانط، الكائنات المجهرية، حقيقة الحرارة والضوء، ما الذي تتغذى عليه النباتات، الحمض النووي الريبوزي منزوع الأكسجين، الأمراض والديناصورات، الذرات، الكويكبات والأشعة السينية وما هو أكثر بكثير، بكثير جدا.



دار الشروق

6 221102 026772